

## **Tavuk Kesimhane ve İşletmelerinde Kullanılan Ticari Dezenfektanlar ve Etkinlikleri<sup>1</sup>**

**Ayla Şener<sup>2</sup> , Ayhan Temiz<sup>3</sup>**

### **Giriş**

Gıda endüstrisinde kaliteli ve güvenli bir ürün elde edilmesinde mikrobiyal kontaminasyon kaynaklarının ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesi dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan bir tanesidir. Gıda işletmelerinde mikrobiyal kontaminasyon ve yayılmasının önlenmesi ile mikroorganizmaların neden olduğu gıda bozulmaları ile gıda kaynaklı enfeksiyon ve zehirlenme risklerinin ortadan kaldırılmasında, işletmelerdeki GMP (Good manufacturing practises) programının önemli bir alt programı olan temizlik ve dezenfeksiyon uygulamalarının büyük bir rolü bulunmaktadır. Temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinin uygunluğu ve gerçekleştirilme sıklığı ürünün mikrobiyolojik kalitesini ve güvenirliliğini önemli ölçüde etkilemektedir.

Dezenfeksiyon işleminin istenilen hedefe ulaşmasında dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan bir tanesi dezenfektan seçimidir. Dezenfektan seçiminde göz önünde bulundurulması gereken en önemli konu ise mikroorganizma çeşididir. İşletmelerde bulunabilecek mikroorganizma çeşidi ve sayısı işletmeden işletmeye büyük farklılık gösterebilmektedir. Her işletmenin kendine özgü mikroorganizma türü/türleri, hatta suşu/suşları bulunmaktadır. Mikroorganizmaların dezenfektanlara duyarlılıklarının farklı olması nedeniyle dezenfektan seçiminde göz önünde bulundurulması gereken en önemli konu işletmeye özgü mikroorganizmaların belirlenmesidir. Seçilen dezenfektan/dezenfektanların işletme koşullarındaki etkinliğinin test edilmesi de işletmede hijyen ve sanitasyonun sağlanmasında ayrı bir önem taşımaktadır.

Günümüzde, tavuk eti ve ürünleri tüketiminin artmakta olduğu bilinen bir gerçektir. İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan tavuk, hayvansal gıdalar arasında uygun bileşimi ve çevre koşulları nedeniyle bozulma etmeni mikroorganizmalar ve patojen mikroorganizmaların gelişimi açısından önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Bu durum, tavuk işletmelerinde temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinin önemini daha da arttırmaktadır. Bütün bu nedenlerden dolayı tavuk işletmelerinde işletmeye özgü ve etkin temizlik ve dezenfeksiyon maddelerinin seçilmesi ve kullanılmasının hem toplum sağlığı hem de ekonomik yönden önemi ortaya çıkmaktadır.

---

<sup>1</sup> Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Ayhan Temiz danışmanlığı altında Ayla Şener tarafından gerçekleştirilen ve 2003 yılında tamamlanan "Tavuk Kesimhane ve İşletmelerinde Kullanılan Ticari Dezenfektanların Etkinliklerinin Belirlenmesi" adlı Yüksek Mühendislik tezinin literatür özeti bölümüdür.

<sup>2</sup> Araş. Gör., <sup>3</sup> Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Beytepe Ankara.Yazışmalardan sorumlu yazarın e-posta adresi: [temiz@hacettepe.edu.tr](mailto:temiz@hacettepe.edu.tr)

## Tavuk eti ve mikroorganizma florası

Tavuk eti ucuz, sağlıklı ve besleyici bir gıdadır. Yüksek protein ve düşük yağ içeriğine sahip olması ve uygun bir doymamış yağ asidi kompozisyonu sergilemesi tavuk etinin beslenme değerini artırmaktadır. Tavuk etinin yiyecek olarak hazırlanması ve pazarlanması da kolaydır ve bu nedenle özellikle fast-food restoranlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır (1). Daha önceden kırmızı etlerden yararlanılarak hazırlanan sucuk, salam, sosis, burger, döner, köfte ve ızgara gibi birçok ürün günümüzde tavuk eti kullanılarak da üretilmektedir. Bu ve benzeri nedenlere bağlı olarak tavuk eti tüketimi günümüzde hızlı bir artış göstermiş bu da tavuk etine olan talebi artırmıştır. Bu talep tavuk üretim çiftlikleri ile tavuk kesimhane ve işletmelerinin kurulması ve faaliyete geçmesini teşvik etmiş ve hızlandırmıştır. Bugün ülkemizde oldukça yüksek sayıda tavuk üretim çiftliği ve işletme bulunmaktadır. Ancak bunların önemli bir kısmı ilkel koşullarda üretim yapmaktadır. Modern ve ileri teknoloji uygulayan ve hijyenik üretim yapan tavuk kesimhane ve işletme sayısı ise oldukça düşüktür.

İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan tavuk, hayvansal gıdalar arasında uygun bileşimi ve çevre koşulları nedeniyle bozulma etmeni mikroorganizmalar ve patojen mikroorganizmaların gelişimi açısından önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Tavuk ve tavuk ürünlerinde en sık rastlanılan mikroorganizmalar *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Esherichia*, *Bacillus*, *Alteromonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Salmonella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter-Moraxella*, *Corynebacterium*, *Staphylococcus*, ve *Campylobacter* türleridir (1, 2, 3, 4).

Hayvansal gıdalarda doğal florayı oluşturan mikroorganizmalar ile çeşitli kaynaklardan kontamine olan mikroorganizmalar koşulların uygun olması halinde hızla üreyerek üründe istenmeyen değişikliklere ve bozulmalara yol açabilmektedir. Bunlar ürünün raf ömrünü ve kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Tavuk ve tavuk ürünlerinde çeşitli bozulmalara neden olabilen bakteriler arasında *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Acinetobacter-Moraxella* ve *Flavobacterium* türleri yer almaktadır (4).

Aynı şekilde hayvansal gıdalarda patojenik ve toksijenik mikroorganizmalar da bulunabilmekte ya da bu gıdalara kontamine olabilmektedir. Tavuk etinde gelişen veya yaşamını sürdüren mikroorganizmalar veya toksinleri, tavuk eti veya ürünlerinin tüketimiyle insana geçebilmekte ve insanda çeşitli enfeksiyonlara veya intoksikasyonlara (zehirlenmelere) neden olarak önemli sağlık sorunları yaratabilmektedir. Bu ve benzeri durumlar, aynı zamanda işletmede verimliliği düşürüp ekonomik kayıplara da yol açmaktadır.

Gerçekleştirilen bir çok araştırma tavuk eti ve ürünlerinden gıda kaynaklı enfeksiyon ve zehirlenmelerinin başlıca etmenleri olan *Salmonella*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, patojenik *Escherichia coli* suşları ve *Bacillus cereus* 'un sıkça izole edildiğini göstermektedir (1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18). Tavuklardan izole edilen patojenler arasında önem verilen ve üzerinde en çok durulanlar *Salmonella* serotipleri, *Campylobacter jejuni* ve diğer *Campylobacter* türleri *Listeria monocytogenes* ve diğer *Listeria* türleri, *Clostridium perfringens* ve *Staphylococcus aureus* 'tur. Çiğ tavuk etinden izole edilen diğer patojen bakteriler ise *Aeromonas*, *Shigella* ve *Streptococcus* türleri ile *Yersinia enterocolitica* 'dır (15).

Tavuk eti ve ürünlerinin tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan enfeksiyon ve intoksikasyon sorunları günümüzde Avustralya, Kanada, İngiltere, Galler ve ABD gibi gelişmiş birçok ülkede halen daha yaygın bir şekilde yaşanmaktadır. Tavuk eti Avustralya, Kanada, İngiltere ve Galler'de gıda kaynaklı hastalıkların (enfeksiyon ve intoksikasyonlar) sorumlusu olarak birinci veya ikinci sırada, ABD 'de ise % 8 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu ülkelerdeki epidemiyolojik çalışmalar gıda kaynaklı hastalıkların %95'den daha fazlasının, pazara sunulan tavuk etleri kullanılarak hazırlanmış ürünlerden kaynaklandığına işaret etmektedir (15).

*Salmonella* dünyada yaygın olarak rastlanılan patojen bir bakteri olup başlıca kaynağı sağlıklı veya hasta insan ve diğer omurgalı hayvanların bağırsak sistemleridir. İnsan-gıda zincirinde *Salmonella* kaynağı hayvanlar içerisinde kümes hayvanları en önemli yeri tutarlar. Enfekte olmuş damızlıklardan elde edilen yumurtalar veya civcivler *Salmonella* enfeksiyonunun hızlı bir şekilde yayılmasında önemli bir faktördür. Bunun yanında kontaminasyona uğramış yem kullanımı, kafeslerdeki suyun fekal kontaminasyona, bulaşılı yataklık, böcek ve kemiricilerin kafeslerde dolaşımı, *Salmonella* enfeksiyonlarının kümes hayvanları arasında hızla yayılmasında rol alan etmenlerdir. Hayvanların uygun olmayan koşullarda kesimhanelere taşınması ve kesimhanelerde haşlama, tüy yolma ve soğutma aşamalarında meydana gelen çapraz kontaminasyonlar da enfeksiyonun yayılmasında önemli faktörlerdir. Tavuk etlerinde *Salmonella* bulunma oranının %20'lere kadar çıktığı bildirilmektedir (19).

Gıda kaynaklı enfeksiyonlar içinde *Salmonella* enfeksiyonlarının oranı oldukça yüksektir. *Salmonella* bağırsak enfeksiyonları ile ilgili epidemiyolojik kayıtlar tavuk etini en önemli kaynaklar arasında göstermektedir (7). ABD'de 1963-1977 yılları arasında rapor edilen 651 salmonellosis olayının 71'inde kaynak belirlenebilmiş ve en önemli üç kaynağı % 21 ile tavuk, % 15 ile kırmızı et ve % 11 ile yumurta oluşturmuştur (19). İskoçya'da gerçekleştirilen bir çalışmada 1980-1985 yılları arasında 2245 insanı etkileyen 224 salgının kümes hayvanlarından kaynaklandığını ve bunun % 52'sinin salmonellosis enfeksiyonlarının oluşturduğunu belirtilmektedir (19). Kore'de çiğ tavuk ve yumurtalarda *Salmonella* varlığı ve düzeyini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada ise çiğ tavuk örneklerinin % 25.9'unda *Salmonella* spp. tespit edilmiştir. İzole edilen *Salmonella* türlerinin büyük bir çoğunluğunun *S. enteritidis*, *S. virchow* ve *S. virginia* olduğu bildirilmektedir (20).

*Campylobacter* tavuk, hindi, siğir, koyun, domuz ve diğer birçok sıcak kanlı hayvanların bağırsak sistemlerinde yaşayan ve dışkılarında  $>10^6/g$  düzeyinde bulunduğu belirtilen patojen bir bakteridir. *Campylobacter* türlerinin en sık izole edildiği hayvan grubu kümes hayvanlarıdır (19). Almanya'da canlı tavuk ve karkasların *Campylobacter* varlığı açısından incelendiği bir çalışmada canlı tavukların % 41.1'inde, tavuk karkaslarının ise %45.9'unda *Campylobacter* olduğu tespit edilmiştir. *C. coli* ve *C. jejuni* 'nin en fazla izole edilen türler olduğu bildirilmektedir (21). İnsanlarda *Campylobacter* 'in neden olduğu ve "campylobacteriosis" denilen enterik hastalıkların kaynağının genellikle *C. jejuni* ve *C. coli* olduğu belirtilmektedir. Büyük çoğunluğu sporadik vakalar şeklinde görülen bu hastalıklarda en önemli risk faktörlerinin yetersiz pişirilerek tüketilen tavuk ve tavuk ürünleri olduğu bildirilmektedir (1, 2, 7, 11, 12, 21). İsveç'te 1992-1997 yılları arasında rapor edilen gıda kaynaklı hastalıklara neden olan mikroorganizmalar arasında *Salmonella* ikinci,

*Campylobacter* ise üçüncü sırayı almakta ve tavuk ile et ve et ürünleri en önemli kaynaklar arasında gösterilmektedir (23).

Süpermarket ve kasaplardan alınan tavuk örnekleri ve ambalajlarının *Salmonella* ve *Campylobacter* izolasyonu yönünden incelendiği bir çalışmada, tavuk örneklerinin % 68'inden *Campylobacter*, %29'undan ise *Salmonella* izole edilmiştir. Ambalaj materyalinin %3'ünün iç kısımlarında, %34'ünün tamamında *Campylobacter*, %11'inin ise tamamında *Salmonella* varlığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tavuk ambalajlarının da *Campylobacter* ve *Salmonella* gibi patojenler için potansiyel kaynak olabileceğine işaret etmektedir (24). Ambalaj materyalinin kontaminasyon riski taşıyabileceği konusunda benzer sonuçlar alınan başka bir çalışmada, İngiltere'de perakende satış yerlerinden alınan tavuk örnekleri *Salmonella* ve *Campylobacter* varlığı ve düzeyi yönünden incelenmiştir. Tavuk örneklerinin %25'inin *Salmonella*, %83'ünün ise *Campylobacter* pozitif olduğu belirlenmiş, tavuk ambalajlarının %19'unun hem iç hem de dış kısımlarından *Salmonella*, %56'nın yine aynı şekilde iç ve dış kısımlarından *Campylobacter* izole edilmiştir. Her iki patojen bakteri, ambalajların % 6'sının dış kısımlarından izole edilmiş ve izolatların büyük bir çoğunluğunun *S. hadar*, *S. enteritidis*, *S. indiana*, *C. jejuni* ve *C. coli* olduğu belirlenmiştir (17).

Dominquez et al. (25)'un gerçekleştirdiği çalışma da ise İspanya'da perakende satış yerlerinden ve süpermarketlerden sağlanan tavuk eti örnekleri yine *Salmonella* ve *Campylobacter* varlığı yönünden incelenmiştir. Örneklerin % 49.50'sinden termofilik *Campylobacter* ve %35.83'ünden *Salmonella* izole edildiği, baskın *Salmonella* türlerinin ise *S. enteritidis*, *S. hadar*, *S. virchow* ve *S. paratyphi* B olduğu belirtilmektedir.

Belçika'da perakende satış yapan marketlerden sağlanan tavuk örnekleri, patojen bakteriler olan *Salmonella* spp., *Campylobacter coli*, *C. jejuni* ve *L. monocytogenes* varlığı açısından incelenmiştir. Örneklerin % 36.5'inde *Salmonella*, % 28.5'inde *C. coli* ve *C. jejuni* ve % 38.2'sinde *L. monocytogenes* bulunmuştur (12).

*Staphylococcus* doğal olarak insan ve hayvanların deri ve burun florasında bulunmakla beraber kümes hayvanlarının mikrobiyal florasında da sık rastlanılan bir bakteridir (15, 16, 19). Canlı kümes hayvanları çürümüş dokularında, enfekteli lezyonlarında, nasal kısımlarında, artritik eklem birleşim noktalarında ve deri yüzeylerinde yüksek düzeyde stafilokok türlerini taşımaktadırlar (11). Bir çalışmada tavukların derisinde 10/g düzeyinde *S. aureus* bulunduğu ve bu sayının kesim ve işlemeden sonra 10<sup>3</sup>/g üzerine ulaştığı saptanmıştır. *S. aureus* insan ve hayvanlarda enfeksiyonlara neden olduğu gibi insanlarda gıda zehirlenmelerine de yol açabilmektedir. *S. aureus* gıda zehirlenmeleri intoksikasyon tipi bir zehirlenmedir. Hastalık etmeni, organizmanın salgıladığı enterotoksinlerdir. Ancak, *S. aureus* 'un neden olduğu gıda zehirlenmeleri çoğunlukla enfekteli eller ile kontaminasyona uğrayan ve bu bakteriyi taşıyan pişirilmiş tavuk ve etlerin tüketimi sonucu meydana gelmektedir (14). *S. aureus* 'un salgıladığı enterotoksinlerin normal pişirme yöntemleri ve pastörizasyon işlemleri ile tamamen inaktive olmadığı da bilinen bir gerçektir (19). Bu nedenle çiğ tavuk eti ve tavuk eti ürünlerinin *S. aureus* bulundurmaması veya belli bir düzeyi aşmaması gerekmektedir.

*Escherichia coli*, insan ve çoğu sıcak kanlı hayvanın normal bağırsak florasında yer alan ve bu nedenle de fekal bulaşının indikatörü olarak kabul edilen bir bakteridir. Ancak son yıllardaki birçok salgından patojenik *E. coli* biyotiplerinin sorumlu tutulması, bu bakterinin patojenik potansiyelinin önemsenmesine yol açmıştır (19). Tavuklarda verotoksin üreten *E. coli* O157:H7 suşuna rastlanabilmektedir (1, 11, 16).

## **Tavuk ve tavuk etlerinde mikrobiyal kontaminasyon**

Gıda hammaddesinin işletmeye girmesinden başlayarak son ürün elde edilmesi aşamasına kadar olan üretim zincirinde, ürüne çeşitli kaynaklardan mikroorganizma kontaminasyonu söz konusudur. Mikroorganizmalar gıdalara toprak, hava, su, gıda işçileri, insan ve hayvanların barsak sistemleri, gıda işletmelerinde kullanılan hammadde, çeşitli alet-ekipman ve kaplar, artık ve atıklar ile hammadde, ara ürün veya son ürünün temas ettiği her türlü yüzeyden bulaşabilmektedir (26).

Tavuklarda mikrobiyal kontaminasyon kuluçka döneminde başlamaktadır. Ancak civcivler mikroorganizma kolonizasyonuna yetişmiş tavuklara göre daha fazla duyarlıdırlar. Kuluçka ve yetiştirme döneminde kümes ve kümes ortamı, su, yem, çevrede bulunabilecek çeşitli hayvanlar ve insan bir çok bozulma etmeni ve patojen mikroorganizma için önemli kontaminasyon kaynaklarıdır (5, 11, 12, 19, 27). *Salmonella* ve *Campylobacter* bu dönemde sık olarak bulaşma olanağı bulan iki önemli patojen bakteridir. Kuluçka ve yetiştirme döneminde tavuğa bulaşma olanağı bulan diğer patojenler ise patojenik *E. coli* suşları, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* 'dir. Bu bakteriler bulaşmayı takiben tavuğun belli vücut bölgeleri ve yüzeylerinde lokalize olabilmektedir. Örneğin kör barsak *Salmonella* 'nın tavukta yerleştiği en önemli vücut bölgesidir. Karsak *Salmonella* ve *Campylobacter* 'in bolca rastlandığı diğer bir bölgedir. Bu vücut bölgelerinin içerikleri kesim ve işleme anında tavuk karkası için önemli kontaminasyon kaynakları haline dönüşebilmektedir. Antemortem dönemdeki kontaminasyonlar canlı tavuğun kesimhaneye nakli anında da gerçekleşebilmektedir. Kontaminasyon canlı tavuğun işletmeye aktarılması sırasında, tavuklar arasında dışkı ve tüyler ile yetersiz temizlenmiş kafesler yolu ile yayılır. Sonuç olarak canlı tavuklar genelde çok yüksek düzeyde mikrobiyal yükü kesimhaneye girmektedirler (16).

Tavuk işletmelerine getirilen canlı tavukların taşıdıkları mikrobiyal yük, işleme prosesleri boyunca tavuk karkaslarında görülebilecek kontaminasyon düzeylerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle proses sırasında kontaminasyonların en aza indirilmesi ile sağlıklı ve raf ömrü uzun bir son ürün elde edilmesinde, tavukların yetiştirilme/kuluçka yerlerindeki koşullar ve kontaminasyon düzeyi, en az kesimhane ve işletme koşulları kadar önem taşımaktadır (1, 11).

Tavuklarda kuluçka, yetiştirme ve nakil dönemlerinde başlayan mikrobiyal kontaminasyon, tavukların kesimhane ve işletmeye girmesinden sonra proses boyunca da devam etmektedir. Tavuk kabulü ve kesiminin ardından gelen işlem aşamaları genelde mikrobiyal yükü azaltmak üzere dizayn edilmiştir. Ancak işletmenin ve prosesin doğası gereği karkastaki mikroorganizmalar tümüyle elimine edilememektedir. Bunun da ötesinde değişik işlem aşamalarında karkas üzerinde ileri kontaminasyonlar da gerçekleşebilmektedir. Kesimhane ve işletmede kullanılan alet ve ekipman, karkas ve ürün ile temas eden her türlü yüzey, personel, aerosoller ve

çevre önemli kontaminasyon kaynaklarıdır (1, 15, 19, 28, 29). Bu noktada önemli ve göz ardı edilemeyecek bir husus karkaslar arasında oluşan çapraz kontaminasyonlardır. Bulaşılı tavuklar bünyesindeki mikroorganizmaları kesim öncesi veya sonrasında temas yoluyla diğer tavuk ve karkaslara da bulaştırabilmektedir. Bulaşı hangi yolla olursa olsun sonuçta kalitesiz ve sağlıksız bir ürün elde edilmektedir.

Kesim ve proses esnasında uygulanan çeşitli işlemler karkas üzerindeki mikroorganizma düzeyini farklı şekillerde etkilemektedir (1, 3, 11, 14, 30). İşletmeye getirilen canlı tavuklar öncelikle ayaklarından asılır ve elektrik şoku uygulanır. Kesim sonrası kanları akıtılan tavuklar, tüylerinin daha kolay uzaklaştırılması amacıyla haşlanır. Genellikle sıcak suya daldırma şeklinde gerçekleştirilen haşlama işlemleri sıcak su püskürtme ve buhar yöntemleriyle de gerçekleştirilebilmektedir. Haşlama işleminden sonra tüylerin uzaklaştırılması rubber-finger denilen mekanik tüy yolma makineleri ile gerçekleştirilir. Bu işlemi yıkama işlemi takip eder. Daha sonra baş, ayak, incik-baldır ve yağ bezeleri kısımları kesilerek ayrılır ve manuel ya da makineler ile iç organ çıkarma işlemlerine geçilir. Bunu takip eden yıkama ve soğutma işlemlerinden sonra tavuk ya bütün olarak ya da parçalanarak paketlenir.

Uygulanan bu işlemler karkas üzerindeki mikroorganizma düzeyini azaltabildiği gibi, tersine daha yüksek düzeylere de çıkarabilmektedir. Gerçekleştirilen bazı çalışmalarda işleme basamaklarının mikroorganizma sayısını önemli ölçüde azalttığı, ancak proses boyunca, özellikle soğutma sonrasında, alınan örneklerde *Salmonella* ve *Campylobacter* varlığının giderek arttığı belirtilmekte ve bu artışların söz konusu noktalarda çapraz kontaminasyondan kaynaklandığı bildirilmektedir (10, 12, 28, 31, 32). Çizelge 1'de ticari bir işletmeye ait tavuk karkaslarının mikrobiyal popülasyonu üzerine proses aşamalarının etkileri gösterilmiştir (11). Tavuk işletmelerinde proses sırasında kontaminasyona neden olan başlıca işlem aşamalarının haşlama, tüy yolma, organ çıkarma, soğutma ve paketleme olduğu bildirilmektedir (1, 3, 11, 14, 15, 30). Başlangıçta karkastaki baskın organizmalar Gram-pozitif çubuklar ve mikrokoklar iken son üründe çoğunlukla Gram-negatif flora (*Flavobacterium* spp., Enterobacteriaceae üyeleri, *Pseudomonas* türleri ve *Acinetobacter/Psychrobacter* spp.) baskın hale geçmektedir (3, 4).

Lillard (28)'in yaptığı bir çalışmada, bir tavuk işletmesinde kan akıtma, haşlama sonrası, tüy yolma sonrası, organ çıkarma sonrası, soğutma öncesi ve sonrası noktalardan alınan tavuk örnekleri aerobik bakteri ve Enterobacteriaceae düzeyi ile *Salmonella* varlığı açısından analiz edilmiştir. Aerobik bakteri ve Enterobacteriaceae düzeyinin işleme basamakları boyunca azalma göstermesine rağmen çapraz kontaminasyonların hala devam ettiği belirlenmiştir. Son yıkama aşamasına kadar örneklerin hiç birinde *Salmonella* varlığına rastlanmamış, ancak soğutma tankından çıkışta *Salmonella* varlığında önemli bir artış olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar çapraz kontaminasyon riski açısından en kritik noktanın soğutma basamağı olduğunu göstermektedir. Soğutma tankında çapraz kontaminasyonun kontrol edilmesi ile *Salmonella* varlığının azaltılabileceği belirtilmektedir.

İspanya'da tavuk kesimhanelerinde üretim boyunca *Salmonella* varlığı ve serotiplerin dağılımının incelendiği bir çalışmada ise, *Salmonella* varlığı işletmeye gelen canlı tavukların dışkısında %30 iken işleme sırasında hava ile soğutulan karkaslarda %60, soğuk depolanan tavuk karaciğerlerinde %80'lere kadar çıktığı gözlenmiştir.

Çizelge 1. Ticari bir tavuk işletmesinde işlem aşamalarının karkasların mikrobiyal popülasyonu üzerine etkisi (11).

İşlem	Aerobik bakteri sayısı (ort. log/ml karkas durulama suyu)	Enterobacteriaceae sayısı (ort. log/ml karkas durulama suyu)	% pozitif <i>Salmonella</i>
Haşlama öncesi	7.17 <sup>1</sup>	5.50 <sup>1</sup>	19 <sup>1</sup>
Haşlama sonrası	6.05 <sup>2</sup>	3.92 <sup>2</sup>	12 <sup>1</sup>
Tüy yolma öncesi	5.37 <sup>3</sup>	3.92 <sup>2</sup>	12 <sup>1</sup>
Tüy yolma sonrası	4.76 <sup>4</sup>	3.74 <sup>2</sup>	14 <sup>1</sup>
Soğutma öncesi	4.46 <sup>5</sup>	3.50 <sup>3</sup>	14 <sup>1</sup>
Soğutma sonrası	3.87 <sup>6</sup>	2.80 <sup>4</sup>	37 <sup>2</sup>

<sup>1-6</sup> Aynı kolondaki değerler arasındaki fark birbirinden önemli derecede farklı ise ( $p < 0,05$ ) farklı rakamlar ile gösterilmiştir.

Haşlama işlemlerinde kullanılan su ile tüy yolma işleminden sonra karkasların yıkanmasında kullanılan suyun *Salmonella* için önemli kaynaklar olduğu belirtilmektedir (10).

Tavuk karkaslarına uygulanan haşlama işlemleri, haşlama derecesine de bağlı olarak karkas yüzeyindeki mikroorganizmaların önemli bir bölümünü elimine edebilmektedir. Ancak haşlama sırasında tavukların ayaklarında, tüylerinde, deri yüzeylerinde, sindirim ve solunum sistemlerinde bulunan kirler, tozlar ve fekal maddeler haşlama suyuna geçmekte, dolayısı ile haşlama suyu mikroorganizma düzeyi açısından oldukça yüklü bir duruma gelebilmektedir. Bu aşamada haşlama tankının ters akımlı olarak kullanımının karkas yüzeyindeki bakteri yükünü önemli derecede azalttığı görülmüştür (1, 3, 11, 14, 15).

Tüy yolma aşaması *Staphylococcus*, *Campylobacter*, *Salmonella* ve *E. coli* için önemli bir kontaminasyon kaynağı oluşturmaktadır. Bu bakteriler tüylerin yolunmasını takiben tüy foliküllerine yerleşebilmekte ve buradan da çapraz kontaminasyona katılmaktadırlar. Tüy yolma sırasındaki karkas kontaminasyonu uygun ekipman dizaynı, hijyen sağlama, tüy birikiminden kaçınma ve klorlu su püskürtme ile minimize edilebilmektedir. Tüy yolma işlemlerinde kullanılan esnek lastik parmak (rubber-finger) sistemi ile mikroorganizmaların bir karkastan diğer bir karkasa geçebildiği belirtilmektedir (3, 11, 14). Tüy yolma sisteminde bulunan ve karkas yüzeyindeki tüyleri uzaklaştıran esnek lastik parmaklar zamanla aşınarak yıpranmakta ve yüzeyinde çizik ve çatlaklar oluşabilmektedir. Bu çizik ve çatlaklara nüfuz ederek kolonize olan mikroorganizmalar, özellikle stafilokoklar, temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinden sonra yüzeylerde kalabilmekte ve canlılıklarını sürdürebilmektedirler. Bu şekilde zamanla mikroorganizmaların dezenfektanlara karşı dirençleri de artmaktadır. Bu aşamada çapraz kontaminasyonla özellikle psikrofilik olmayan bakterilerin yayılma tehlikesi vardır ve *S. aureus* kontaminasyonu da oldukça önemlidir. Bu yüzeylere kolonize olan bazı stafilokokların insanlarda gıda zehirlenmelerine neden olan C ve D tipi enterotoksinleri ürettiği belirtilmektedir (1, 11, 14). Yapılan bir çalışmada ise tüy yolma sırasında tavuk karkaslarının *Campylobacter* ile kontaminasyonu incelenmiş ve tüy yolma işleminden sonra *Campylobacter* sayısında bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Karkasın sıcak su ile

haşlanması işleminde *Campylobacter* sayısında azalmalar meydana gelirken bunu takip eden tüy yolma işlemi sonrasında bir artış olduğu belirtilmektedir (33).

Tavukların bağırsaklarında *Salmonella* ve *Campylobacter* gibi enterik patojenler yüksek sayıda bulunabilmektedir. Bu nedenle iç organ çıkarma basamağı kontaminasyon riski açısından önemli bir noktadır. İşlem esnasında bağırsağın kesilmesi, delinmesi veya kullanılan aletin düzenli ve iyi bir şekilde temizlenip dezenfekte edilmemesi bu riski artırmaktadır (3, 11, 14, 15).

Yıkama işlemleri, genellikle karkas yüzeyine su püskürtülerek yapılmaktadır. Haşlama basamağında olduğu gibi ters akım uygulaması önerilmektedir. Karkasların yüksek basınçlı su ile yıkanmaları karkas yüzeyi ve i kısımlarında bulunan organik materyaller ile olası fekal materyalleri uzaklaştırmakta ve mikroorganizma yükünü önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca yıkama sularına klor ilavesinin daha etkili olduğu belirtilmektedir. Soğutma işlemleri ise soğuk suyla soğutma (soğuk suya daldırarak veya soğuk su p sk rtterek) ya da soğuk hava sirkülasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Hava soğutması özellikle Avrupa Birliği  lkelerinde yaygın olarak kullanılmakta, ABD’de ise daha çok su soğutması sistemlerinden yararlanılmaktadır. Karkaslar hava soğutma odasında belli süre sirküle ettirilerek, karkas iç sıcaklığı 4.4°C altına düşürülür. Soğutma işlemi psikrofilik bakterilerin gelişimini engellemesi açısından önemli bir basamaktır. Kontaminasyona uğrayan karkasların hızlı bir şekilde soğutulmaları aynı zamanda mezofilik organizmaların gelişimini yavaşlatmakta ve ters akımlı soğutma sistemleri karkasta bulunan bakteri düzeyinde de azalmalar meydana getirmektedir. Ancak, birçok karkasın geçtiği soğutma tankları karkaslar arasında oluşabilecek çapraz kontaminasyonlarda için kaynak oluşturabilmektedir (14, 15). Yapılan alışmalar, su ve hava soğutma sistemlerinin yaklaşık aynı düzeyde psikrotrofik ve *E. coli* içerdiğini, ancak *Salmonella* insidansının hava soğutma sistemleri ile soğutulmuş karkaslarda (%33.3), su sistemi ile soğutulanlardan (%56.6) daha az olduğuna işaret etmektedir. Soğuk su içinde soğutma sistemlerinde karkas yüzeyinde bir su film tabakası oluşabilmekte ve bu tabaka bakterilerin yüzeyde yapışıp kalmasına neden olabilmektedir. Yüzeydeki bu bakteriler hemen yıkama yapılırsa yüzeylerden büyük ölçüde uzaklaştırılabilir. Ancak yıkama işlemine geçiş süresi içinde yüzeye işleyen bir kısım bakteriyi yüzeyden yıkayarak uzaklaştırmak veya bunları öldürmek daha bir güçleşir (16). Çizelge 2’de USDA-FSIS (The United States Department of Agriculture- Food Safety and Inspection Service) tarafından analiz için yaklaşık 200 adet tavuk kesimhane ve işletmesinden toplanan 1297 adet soğutma aşaması sonrasındaki tavuk karkas örneklerindeki patojen ve indikatör bakteri varlığı ve sayısının belirlenmesine dönük bir araştırmanın sonuçlarına yer verilmiştir (15).

Daha önce de değinildiği gibi, tavukların başlangıç mikrobiyal yükü çapraz kontaminasyon açısından çok önemlidir ve bu durum ileri proses aşamalarını etkileyebilmektedir. Çizelge 3’de bir ticari işletmede aynı gün içinde üç farklı kesim partisindeki tavuklardan üç farklı proses aşamasında alınan karkas yıkama suyu ve karkas derisi örneklerindeki *Salmonella* varlığı gösterilmiştir. Bu çizelgeden de görülebileceği gibi, işlenecek bir partide başlangıçta *Salmonella* enfeksiyonu/kontaminasyonu yoksa veya çok düşükse (1. ve 3. partideki örnekler), kontaminasyonun ileri işlem aşamalarına taşınma riski çok azdır. Başlangıçtaki *Salmonella* enfeksiyonu/kontaminasyonunun yüksek olması durumunda ise (2. partideki  rnekler) *Salmonella* kontaminasyonu işletmede birbirini takip eden işlem



aşamalarında çapraz kontaminasyonlarla önemli düzeylerde artmakta ve kontaminasyon ileriki temiz işlem aşamalarına taşınabilmektedir. Bu veriler Antemortem dönemdeki enfeksiyon ve kontaminasyonların önemine işaret etmektedir (16).

Çizelge 2. Tavuk karkası örneklerinde mikrobiyolojik kalite (15)

Bakteri	Bulunma yüzdesi (yıkama suyunda)	Ortalama sayı (kob/cm <sup>2</sup> karkas) <sup>1</sup>	Ortalama sayı (kob/karkas) <sup>2</sup>
<i>Campylobacter jejuni</i>	88	4.4	5300
<i>Clostridium perfringens</i>	43	1.4	1700
<i>E. coli</i> O157:H7	0	anlamsız	anlamsız
<i>Listeria monocytogenes</i>	15	0.02	30
<i>Salmonella</i> serotipleri	20	0.03	38
<i>Staphylococcus aureus</i>	64	2.6	3200
<i>E. coli</i> biyotip 1	100	6.6	7900
Mezofilik aerobik bakteri	100	400	480000

<sup>1</sup> Kalitatif yöntemlerle pozitif sonuç alınanların düzeyi

<sup>2</sup> Broiler karkasının yüzeyi 1200 cm<sup>2</sup> olarak kabul edilmiştir

Çizelge 3. Ticari bir tavuk kesimhane ve işletmesinde deri ve karkas durulama suyu örneklerinde *Salmonella* varlığı (16)

Parti no	<i>Salmonella</i> pozitif örnek sayısı/toplam örnek sayısı (%)			
	Tüy yolma sonrası <sup>1</sup>	İç organ çıkarma sonrası <sup>1</sup>	Soğutma öncesi <sup>2</sup>	Soğutma sonrası
1	0/50 (%0.00) <sup>a</sup>	1/50 (%2.0) <sup>a</sup>	2/50 (%4.0) <sup>a</sup>	3/50 (%6.0) <sup>a</sup>
2	5/25 (%20.0) <sup>b</sup>	2/25 (%8.0) <sup>b</sup>	17/25 (%68.0) <sup>a</sup>	17/25(%68.0) <sup>a</sup>
3	1/25 (%4.0) <sup>b</sup>	1/25 (%4.0) <sup>b</sup>	1/25 (%4.0) <sup>b</sup>	17/25(%68.0) <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Göğsün karna bakan kısmındaki deri örneği (yaklaşık 2x6 cm)

<sup>2</sup> karkas yıkama örneği

<sup>a,b</sup> istatistiksel olarak önemli görülen farklılıklar (p<0.05)

Soğutma sonrasında karkasın parçalanması ve işlenmesi aşamasına geçilmektedir. Bu aşamada da ürüne çeşitli kaynaklardan mikroorganizma kontaminasyonu gerçekleşebilir. Bu aşamada en önemli kontaminasyon kaynakları kesici ve parçalayıcı aletler ve personeldir. Ürün, bu aşamada hijyenik davranılmazsa yoğun bir şekilde rekontaminasyona uğrayabilir (15).

Ürünün paketlenmesi ve muhafazası ise kesimhane ve işletmede kontaminasyonun gerçekleşebileceği son aşamalardır. Bu aşamalarda en önemli kontaminasyon kaynakları ise paketlenme materyali, paketlenme sistemi ve personeldir (15).

Görüldüğü gibi tavuk işletmelerinde kontaminasyona neden olan başlıca işlem aşamaları haşlama, tüy yolma, organ çıkarma, soğutma ve paketlenme aşamalarıdır. Bu aşamalarda karkasın temas ettiği yüzeyler çeşitli şekillerde kontamine olabilmekte ve daha sonra da bu yüzeyler önemli kontaminasyon kaynakları haline dönüşebilmektedir. Yüzeylerin mikroorganizmalarla kontaminasyonunda rol alan en önemli faktörler ise yüzeylerle çeşitli şekillerde temas eden karkaslar, işletme havası,

su, aerosoller, alet ekipman ve işletmede çalışan personeldir. İşletmede hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmaması ve temizlik ve dezenfeksiyon uygulamalarının belli bir program çerçevesinde, işletme ve prosese uygun ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmemesi durumlarında, temas yüzeyleri mikroorganizma kolonizasyonu ve biyofilm oluşumları için uygun ortam haline dönüşebilmektedir.

Mikroorganizmalar gelişimleri için uygun organik ve inorganik maddelerin kir olarak biriktiği temas yüzeylerinde, özellikle de yüzeylerdeki çıplak gözle görülemeyen çizikler ve aşınmış bölgeler içine yuvalanarak yerleşmekte ve birbirlerine ve yüzeylere bağlanarak biyofilm oluşturmaktadırlar. Biyofilmin tabakaları genellikle yüzeylere çok sıkı bir şekilde tutunmakta ve normal temizlik ve dezenfeksiyon işlemleriyle yüzeylerden uzaklaştırılamamaktadırlar. Böylece biyofilmdeki mikroorganizmalar olumsuz çevre koşullarına karşı zamanla daha dirençli hale geçmekte ve bu ortam içinde canlılıklarını sürdürebilmektedirler (34, 35, 36). Sonuç olarak da biyofilmler hammadde, ara ürün ve ürünler için sürekli bir kontaminasyon kaynağı haline dönüşmektedir. Biyofilm oluşumu ürünün raf ömrünün azalmasına, mikrobiyal kaynaklı gıda bozulmalarına ve enfeksiyonlara yol açabilir. Ayrıca bu oluşum sistemdeki sıvı akışını ve enerji transferini engelleyerek enerji kayıplarına neden olabilmektedir. Bu da ekonomik kayıplara yol açabildiği gibi işlemin gerektirdiği sıcaklık ve sıvı akışı gibi çeşitli üretim parametrelerine tam ulaşılamamasına neden olabilmektedir. Biyofilmler gıda endüstrilerinde her türlü yüzeyde oluşabilmesine karşılık tabanlar, drenaj sistemleri, konveyörler, çizik ve çatlaklar, boru yivleri, köşeler ve temizlik işlemlerinin zor uygulandığı bölgeler biyofilm oluşumunun en fazla görüldüğü yerlerdir (37).

Mikroorganizmalar gelişim evrelerine göre planktonik ve sesil (yerleşik) olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Planktonik hücreler bireysel olarak serbest yaşarlar. Sesil hücreler ise bir yüzeye tutunur ve bir araya gelerek topluluk halinde fonksiyonlarını gerçekleştirirler. Bakterilerin yüzeye tutunmaları (adhezyon) zamana bağlı bir oluşumdur ve bu durum dönüşümlü (reversible) ve dönüşümsüz (irreversible) olmak üzere iki basamakta incelenebilir (34, 35, 38). Dönüşümlü basamakta, bakteri hücresi yüzey ile tam olarak temas etmemekte ancak bakteri hücresi ile yüzey arasında uzun mesafeli etkileşimler meydana gelmektedir. Bunlar elektrostatik güçler, hidrofobik etkileşimler ve Van der Waals güçleri olup zayıf etkileşimlerdir. Hücreler bu fazda, durulama gibi basit yıkama işlemleri ile kolayca uzaklaştırılabilirler. Dönüşümsüz basamakta ise yüzeye kısa mesafeli etkileşimler olan dipol-dipol etkileşimi, hidrofobik etkileşimler, iyon-dipol etkileşimi, iyonik ve kovalent bağlar ve hidrojen etkileşimleri oluşmaktadır. Bakteri hücreleri kamçı (flagella) ve pili (fimbriae) gibi organelleri ile ve EPS (exopolysaccharide matrix / extracellular polymeric substances) oluşturarak yüzeylere dönüşümsüz olarak bağlanabilirler. Ancak EPS oluşturmayan bazı bakteri türlerinin de yüzeylere bağlanabildiği belirtilmektedir (37). Dönüşümsüz basamakta, hücrelerin yüzeylerden uzaklaştırılması fırçalama ve kazıma gibi güçlü işlemlerin yapılmasını gerektirmektedir.

Gıda endüstrisinde en yaygın olarak *Pseudomonas* ve *Staphylococcus* türleri biyofilm oluşturmaktadır (37). Et yüzeylerine bağlanabilen bakteriler arasında ise *L. monocytogenes*, *Micrococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Clostridium* spp., *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., *Brochothrix thermosphacta*, *Salmonella* spp., *E. coli*, *Serratia* spp., *Pseudomonas* spp. ve *Acinetobacter* spp. sayılabilir (38, 39).

Biyofilm oluşumu ve bakterilerin yüzeylere bağlanma düzeyi, ortamın pH'sı ve sıcaklığı, bakteri türü, bakteri hücre duvarının yapısı (Gram-pozitif ya da Gram-negatif oluşu), bakteri sayısı, bağlandığı yüzeyin özellikleri, hücre hareketliliği, ortamdaki besin içeriği ve miktarı, iyonik konsantrasyon gibi bir çok faktör ile değişebilmektedir (34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44). Bazı çalışmalarda kamçılı bakterilerin, kamçısız bakterilere göre yüzeylere daha kolay bağlandığı belirtilirken, bazı çalışmalarda bu yönde önemli derecede bir fark olmadığına değinilmektedir (1, 41).

Biyofilm oluşumunun engellenmesinde, işletmeye uygun ve mikroorganizma bağlanmasının minimum olduğu yüzey materyallerin kullanımı önemli bir husustur. Gıda endüstrisinde kullanılan yüzey materyalleri arasında paslanmaz çelik, cam, polimerler, alüminyum, bakır, kauçuk, döküm demir ve formika sayılabilir. Yüzey özelliklerine bağlı olarak bakteriyel bağlanma düzeyinin değişebildiğini gösteren çeşitli çalışmalar vardır (36, 39, 40, 42, 43, 44). Bu çalışmalarda mikroorganizmaların hidrofobik materyallere (plastik ve kauçuk gibi) hidrofilik materyallerden (paslanmaz çelik ve cam gibi) daha yüksek düzeyde bağlandığı belirtilmektedir. Bakteriyel tutunma ve biyofilm oluşum düzeyinin en az olduğu materyal olarak paslanmaz çelik gösterilmekte ve bu nedenle gıda işletmelerinde gıda ile temas eden yüzeylerde bu materyalin (özellikle AISI 304 tipi) kullanımı önerilmektedir. Ayrıca paslanmaz çelik yüzeyler cam gibi kolayca temizlenebilmektedir. Buna karşılık bazı çalışmalarda kauçuktan yapılan materyallere bağlanmanın paslanmaz çelik ve diğer yüzeylerden daha az olduğu ve kauçuğun yapısında bulunan sülfür ve çinkonun antimikrobiyal özelliklerinden dolayı mikrobiyal gelişimi inhibe ettiği belirtilmektedir (36). Yine aynı çalışmada demir, manganez ve kalsiyum gibi elementlerin ise bakteriyel bağlanmayı kuvvetlendirdiği bildirilmektedir.

Biyofilm oluşturan bakteriler, planktonik hücrelere göre sıcaklık, ışık, kuruma gibi olumsuz çevre koşulları ile antibiyotik ve dezenfektanlara karşı daha fazla dirençlidirler. Planktonik hücreler buldukları ortamda antimikrobiyal maddelerle her yönden, biyofilm oluşturan hücreler ise yalnızca tek yönden karşı karşıya gelmektedir (34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 44). Biyofilmler temizlik ve dezenfektan çözeltilerinin difüzyonunu ve iç kısımlardaki hücrelere nüfuz etmesini engeller. Biyofilm oluşumu sırasında hücreler tarafından oluşturulan EPS matriksleri difüzyon bariyeri ve adsorbant görevi görür. EPS matriksleri mikrobiyal gelişimi engelleyen katyonları, toksik metal iyonları ve biyofilm ile temas eden bazı maddeleri bağlamaktadırlar. Ayrıca su tutma kapasitesi yüksek jel oluşturarak da bakterilerin susuzluğu karşı dirençlerini arttıırırlar (37).

Biyofilmler bunların yanı sıra antimikrobiyal maddelerin parçalanmasına neden olan enzimleri üreterek bu maddeleri etkisiz hale de getirebilmektedirler. Biyofilmlerin antimikrobiyal maddelere karşı dirençleri biyofilm yaşının artmasıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu nedenle yüzeylerde biyofilm oluşumunun kısa sürede önüne geçmenin ve gerekli önlemler alınmasının ayrı bir önemi vardır. Biyofilmlerde bakteri hücrelerinin EPS oluşturarak meydana getirdikleri üç boyutlu matriks yapı bozulduğunda antimikrobiyal maddelere karşı dirençleri azalmakta veya kaybolabilmektedir. Bu nedenle, gıda işletmelerinde uygun aralıklarda işletmeye uygun ve etkili bir temizlik işlemi uygulanarak mikroorganizmaların tutunabileceği organik maddeler uzaklaştırılmalı ve bu işlemi etkili bir dezenfeksiyon uygulaması izlemelidir. Temizlik uygulaması dezenfeksiyon işleminin etkinliğini direkt olarak

etkilemektedir. Temizlik işleminin yüzeylerdeki mikroorganizma düzeyinde yaklaşık 1 log azalma meydana getirdiği ve mikroorganizma gelişimini destekleyen ve dezenfektanları inaktif hale getiren maddelerin uzaklaştırılmasını sağladığı da belirtilmektedir (45). Sonuçta da dezenfektan çözeltileri bakterilere daha kolay ve etkili bir biçimde ulaşabilmektedir. Bütün bunların yanı sıra, yüzeylere uygulanan deterjan ve sanitizerlerin yüzey özelliklerini değiştirerek bakterilerin bağlanma derecesini azalttığına da değinilmektedir (43).

## **Tavuk işletmelerinde GMP uygulamaları**

Tavuk kesimhane ve işletmelerinde GMP (Good manufacturing practises) ürün kalite ve güvenliğinin sağlanması için başvuru olan önemli bir programdır. GMP, işletmeyi ve ürün/ürünleri tüm yönleriyle ele alan geniş kapsamlı bir gıda kalite ve güvenlik sistemidir. GMP sistemi işletmede HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) programının başarıya ulaşması için gerekli olan ön koşulları ve bunların sürekliliğini sağlayan tüm uygulamalardır. Buna göre de HACCP programının etkinliği ve başarısı için daha önceden işletmeye uygun bir GMP programı belirlenmeli ve uygulamaya geçirilmelidir. GMP, HACCP'in aksine ürüne özgü değildir ve işletmenin tümünü (bina, tesisat, materyal, alet-ekipman vb.) dikkate almaktadır. GMP programı aşağıda sıralanan konuları ve bunlarla ilgili programları içermektedir (15):

- bina ve tesisler
- alet ve ekipman
- işlem aşamaları
- temizlik ve sanitasyon (SSOP: Sanitation standard operating procedures)
- üretimde kullanılan materyal ve ingrediyeentler
- personel
- zararlı hayvan kontrolü ve ürünün izlenmesi
- ürün iadesi

Bu programa göre, işletme binası ve çevresi hijyen ve sanitasyon ilkelerine uygun bir şekilde tasarlanmalı, inşa edilmeli ve bunun sürekliliği sağlanmalıdır. İşletmeye yeterli ve iyi kalitede bir su kaynağı sağlanmalı ve bu suyun işletmede gerekli olan her yere uygun bir şekilde dağılımı yapılmalıdır. Alet ve ekipman işletme içinde üretim tekniğine uygun ve hijyen/sanitasyon uygulamalarını kolaylaştıracak şekilde yerleştirilmelidir. İşlem aşamaları temel prensipte kalite kontrolüne dönük olarak büyük bir dikkatle kontrol altında tutulmalıdır.

Proses kontrolünün ise esasta gıda güvenliği ile direkt bir ilişkisi vardır. Bu nedenle işletmede proses aşamalarının tümü veya pek çoğu için SSOP noktaları belirlenmeli ve bunların her biri tanımlanarak kayda geçirilmelidir. Temizlik ve sanitasyonun hedefi mikroorganizma kontaminasyonu ile mikroorganizmaların belli bölgelere yerleşimi ve ileri üretim aşamalarına transferini kontrol altında tutmak veya engellemektir. Temizlik ve sanitasyon ile besin öğeleri, mikroorganizma hücreleri ve aşırı suyun elimine edilmesi amaçlanmaktadır. Mikrobiyal kontrol özellikle gıda ile temas eden yüzeyler için önemlidir. USDA-FSIS, her gıda işletmesinin prosese uygun olarak belirlenmiş SSOP'lere sahip olması ve bu SSOP'lerdeki yüzeylerde temizlik ve sanitasyon uygulanması koşulunu aramaktadır. Bu anlamda işletmenin SSOP'lerinde temizlenecek ve sanitize edilecek yüzeyler, bu işlemlerin nasıl ve hangi personelle yapılacağı ayrı ayrı belirlenmeli, tarif edilmeli ve kayda geçirilmelidir.

Üretimde kullanılacak her türlü materyal ve teknik yardımcı maddenin (hammadde, katkı maddeleri, ingrediyeñter, paketleme materyali, temizlik ve sanitasyon maddeleri, proses gereçleri vb.) listesi çıkarılmalı ve bunlar belli ve güvenilir yerlerden sağlanmalıdır. Bu materyal uygun yerlerde sanitasyon kurallarına uyularak depolanmalı ve bunlarla ilgili SSOP'ler belirlenerek kayda geçirilmelidir. İşletmedeki tüm personel gıda güvenliği ve üretim ile ilgili işlemler konusunda eğitilmelidir. Bir eğitim programı yapılmalı ve bu konudan sorumlu bir takım oluşturulmalıdır. İşletmedeki personelin tümü hijyen ve sanitasyon ve özellikle de personel hijyeni konularında eğitilmelidir. İşletmede etkin bir zararlı kontrolü yapılmalı ve bu yönde gerekli önlemler alınmalıdır. Bazı durumlarda ürün reddedilebilir ve işletmeye geri dönmek zorunda kalabilir. Bu gibi durumlar için işletmenin bir stratejisi bulunmalı ve geri dönen ürün stratejiye uygun şekilde değerlendirilmeli veya imha edilmelidir.

## **Tavuk işletmelerinde temizlik ve dezenfeksiyon uygulamaları**

Hijyenik koşullara uyularak kaliteli ve güvenli bir ürün hazırlanmasında kontaminasyon kaynaklarının ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesi üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Bir gıda işletmesinde GMP programı bir bütün olarak ele alınmalı ve uygulanmalıdır. Temizlik ve dezenfeksiyonun ise bu program içinde ayrı bir önemi vardır. Mikroorganizma kontaminasyonu ve yayılmasıyla bunların olumsuz etkilerinin önlenmesinde temizlik ve dezenfeksiyonun büyük bir rolü bulunmaktadır. Temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinin uygunluğu ve gerçekleştirilme sıklığı ürünün mikrobiyolojik kalitesini büyük ölçüde etkilemektedir. Dezenfeksiyon işlemlerinin sık yapılmadığı kesimhanelerde karkas kontaminasyon düzeyinin yüksek olduğu bildirilmektedir (46). Tavuk işletmelerinde de mikrobiyal kontaminasyonu önlemek ya da en aza indirmek amacıyla temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinin belli program dahilinde ve etkin bir şekilde uygulanması zorunluluğu vardır.

Temizlik, gıda ile temas eden alet-ekipman ve çeşitli yüzeylerdeki bütün kir ve gıda artıklarının uzaklaştırılması ve bunların mikroorganizma için çoğalma ortamı şekline dönüşmesinin önlenmesidir. Temizlik işlemi yardımıyla gözle görülen kir ve atıkların yanı sıra gözle görülmeyen mikroorganizmaların önemli bir kısmının da uzaklaştırılması söz konusu olabilmektedir (26).

Bir işletmede temizlik işleminin başarısı, temizlik periyoduna, kullanılan deterjan ve bunun uygulama tekniğine bağlı olarak değişmektedir. Temizlik amaca uygun olarak, genellikle 50-70°C'de su ve deterjan kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Temizlik amacıyla kullanılacak olan deterjan veya deterjan karışımlarının seçimi, işletmedeki kirlenme tipleri ve bunların nitelikleri, uygulama tekniği, temizlenecek materyalin niteliği ve yüzey özelliğine göre yapılmalıdır.

Gıda işletmelerinde, kullanılan gıdanın bileşimine ve gıdaya uygulanan işlemlere bağlı olarak kir çeşitleri ve nitelikleri değişebilmektedir. Tavuk işletmelerinde en yaygın olarak protein ve yağ kirlenmelerine rastlanmaktadır. Ayrıca yıkama, kesme, tüy yolma gibi çeşitli proses aşamalarında ortaya çıkan tüy, kemik, et parçaları ve kan gibi ürün artık ve atıkları da yüzeylerden uzaklaştırılması gereken ve uzaklaştırılmadığında mikroorganizmalar için çok iyi gelişme ortamı oluşturabilen kirlere sahiptir.

Gıda işletmelerinde çok çeşitli temizlik maddeleri (deterjan) kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan temizlik maddeleri arasında, alkali bileşikler, asit bileşikler, yüzey aktif bileşikler, kalsiyum bağlayıcı bileşikler, korozyon inhibitörü maddeler, süspansiyon halini devam ettiriciler, köpük önleyiciler ve enzimler ile köpük temizleyiciler ve jeller yer almaktadır. İyi bir deterjan, suda kolay çözünebilme, yüzeyleri ıslatma yeteneğine sahip olma, yüzeylerden kolaylıkla uzaklaştırılabilme, suyun yüzey gerilimini azaltabilme, korozyona neden olmama, kalıntı sorunu yaratmama, belli ölçülerde dezenfektan etkili olma, insan sağlığına zararsız olma, depolamada kararlı olma ve ucuz olma gibi özelliklere sahip olmalıdır (26, 47). Temizlik çözültisi amaca uygun olarak genelde deterjan karışımları halinde hazırlanıp uygulanmaktadır.

Dezenfeksiyon ise, temizlik aşamasından sonra, ortamdaki ürüne kontaminasyon kaynağı olabilecek mikroorganizmaların tümünün öldürülmesi ya da zararlı etki yapmayacak en düşük düzeye indirilmesidir. Temizlik anında buldukları yerlerden alınan ve serbest hale geçirilen mikroorganizmaların bir kısmı, suyla birlikte daha geniş bir yüzeye yayılma olanağı bulabilmektedir. Bu nedenle işletmede yapılacak temizliği mutlaka uygun bir dezenfeksiyon işlemi izlemelidir (26).

Gıda işletmelerinde dezenfeksiyon, genel olarak yüksek sıcaklık, radyasyon uygulaması ve dezenfektan kullanımı şeklinde gerçekleştirilmektedir (48). Tavuk işletmelerinde de mikrobiyal dekontaminasyon amacıyla fiziksel ve kimyasal bir takım işlemler uygulanmaktadır. Fiziksel işlemler arasında sıcaklık uygulamaları, ışınlama, UV, yüksek voltajlı elektriksel uygulamalar, yüksek basınç, ultrasonik vibrasyon ve negatif hava akımı sayılabilir (14, 49). Kimyasal işlemler ise çeşitli kimyasallar, antibiyotikler, mikrobiyositler ve biyoaktif pestisitlerin kullanımı şeklinde gerçekleştirilmektedir (14).

## **Dezenfektanlar**

Dezenfektan uygulaması gıda işletmelerinde en yaygın olarak başvuru olan bir dezenfeksiyon işlemidir. Dezenfektanlar, mikroorganizmaları öldüren (mikrobisit) veya onların üremesini ve gelişimini engelleyen (mikrobiyostatik) antimikrobiyal etkili maddelerdir. Dezenfektanlar alet-ekipman, cansız materyal ve cansız yüzeyler ile küçük oda ve bölmelerin atmosferine uygulanır (50). Dezenfektanlar kimyasal yapılarına göre organik ve inorganik olmak üzere iki kısma ayrılırlar. Organik dezenfektanların etkinliği genelde yapılarındaki karbon ve hidrojen sayıları ile orantılı olarak artmaktadır. İnorganik dezenfektanların etkinliği ise suda iyonize olabilme yetenekleri ile ilgilidir (26, 51).

Dezenfektan çözültülerinin etkinliği, dezenfektanın kimyasal yapısı, dezenfektan konsantrasyonu, uygulama süresi, sıcaklık, pH, ortamdaki yabancı maddeler, su sertliği, mikroorganizma türü ve karakteri, mikroorganizma yaşı, mikroorganizma yoğunluğu gibi bir çok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir.

Dezenfektanlar genellikle yüksek konsantrasyonlarda mikrobisit, düşük konsantrasyonlarda ise mikrobiyostatik etkiye sahiptir. Konsantrasyonları arttıkça mikroorganizmalar üzerine etkileri de artmaktadır (48, 50). Ancak yoğunluk artışı ile mikrobisidal etki arasında sürekli ve doğrusal bir ilişki yoktur. Belli bir yoğunluktan

sonra dezenfektanın etkisinde herhangi bir değişiklik görülmez (50, 51). Ayrıca dezenfektanların yüksek konsantrasyonlarda kullanılmalarının bazı sakıncaları vardır. Ekonomik kaybın dışında, yüzeylerde kalıntı sorunu oluşturabilirler, uygulandığı yüzeye zarar verebilirler ve insanda toksik etki oluşturabilirler (50).

Dezenfektanların etkinliği sıcaklık arttıkça artar. Ancak her dezenfektanın etkili olduğu sıcaklık farklıdır ve uygulamalarda belli sıcaklıkların aşılmaması gerekir. Sıcaklık artışı genellikle ortamın yüzey gerilimini ve viskoziteyi düşürürken dezenfektan çözeltisinde iyonlaşma gücünü ve pH'yı arttırmaktadır (50, 51).

Dezenfektanın etkili olabilmesi için, uygulandığı ortamdaki mikroorganizmalarla yeterli bir süre temas içinde olması gerekir. Temas süresi kısa olursa, mikrobisit etkiden çok mikrobiyostatik etki söz konusu olmakta ya da etki azalmakta ve bazı mikroorganizmalar dezenfektana karşı giderek dirençlilik kazanabilmektedir (50, 51).

Dezenfektanların etkili olduğu pH değerleri birbirlerinden farklı olabilmektedir. Çözelti pH'sındaki ufak değişiklikler dezenfektanın etkinliği üzerinde büyük değişimler meydana getirebilir. Dezenfektan çözeltisinin pH'sının belirlenmesinde uygulandığı yüzeyin özellikleri ve mikroorganizma türü dikkate alınmalıdır (48, 50).

Dezenfektanların antimikrobiyal aktiviteleri organik madde varlığında azalabilmektedir. Organik ve inorganik kir ve kalıntılara, kan ve gıda proteinleri, sudaki sertlik öğeleri, bazı deterjanlar ve sabunlar, metal iyonları ve tuzlar örnek verilebilir. Ortamdaki organik ve inorganik kir ve kalıntılar dezenfektan ve mikroorganizmanın karşı karşıya gelmelerini engelleyebilir. Ayrıca bu kir ve kalıntılar ile dezenfektan madde arasında dezenfektanın etkinliğini azaltacak ya da yok edecek reaksiyonlar meydana gelebilir. Bu nedenle, dezenfektan uygulaması öncesinde yüzeyde uygun bir temizlik işlemi yapılarak bu maddeler uzaklaştırılmalıdır (50, 51, 52).

Dezenfektanların hazırlanmasında kullanılan suyun özellikleri de dezenfektanın etkinliğini etkilemektedir. Kuarterner amonyum bileşikleri (QAC) gibi bazı dezenfektanlar su içerisinde bulunan kalsiyum ve magnezyum tuzlarından olumsuz yönde etkilenmektedirler. Suyun sertliği arttıkça bu tür dezenfektanların etkileri de azalmaktadır (48).

Mikroorganizma türü ve karakteri de dezenfektanların etkinliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Bakteri sporları, vejetatif hücrelere göre dezenfektanlara daha fazla dirençlidirler. Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerin dezenfektanlara duyarlılıklarında farklılıklar olabilmektedir. Bakterilerin kapsül tabakası ve mikobakterilerin hücrelerini çevreleyen balmumu tabakası, bu bakterilere dezenfektanlara karşı dirençlilik kazandırmaktadır. Bunların yanı sıra dezenfektanlara duyarlılıkta mikroorganizma türleri hatta suşları arasında bazı farklılıklar da olabilmektedir. Bu nedenle dezenfektan seçiminde hedef mikroorganizma ya da mikroorganizmaların özellikleri çok iyi bilinmelidir (50).

Mikroorganizmalar dezenfektanlara karşı genel olarak üremenin logaritmik (log) döneminde, sabit ve ölüm dönemlerine göre daha duyarlıdır (50, 51). Bu nedenle dezenfeksiyon işlemlerinin mümkün olduğu kadar kısa periyotlarda uygulanmaları etkinlikleri açısından önem taşımaktadır. Dezenfektanların etkinlikleri ortamda

bulunan mikroorganizma sayısına bağı olarak da değişebilmektedir. Ortamdaki canlı mikroorganizma sayısı artıkça dezenfektanın etki süresi de artmaktadır (50).

Gıda işletmelerinde kullanılacak olan dezenfektanların temelde aşığıda sıralanan özellikleri taşıması istenmektedir (47, 48, 51, 53):

- Mikroorganizmaları kısa sürede öldürebilmeli ve etkili olduğı mikroorganizma çeşidi mümkün olduğı kadar fazla olmalı,
- Organik maddelere karşı dayanıklı olmalı,
- Suyun sertliğinden çok fazla etkilenmemeli,
- İnsan ve hayvanlar için toksik ve iritan özellikte olmamalı,
- Depolama süresince dayanıklı olmalı ve etkisini uzun süre devam ettirebilmeli,
- Suda kolay ve homojen çözünmeli,
- Kokusuz olmalı ya da kötü kokulu olmamalı,
- Korozif olmamalı,
- Uygulandığı yüzeylere renk verici ya da yüzeylerde renk giderici olmamalı,
- Ucuz olmalı ve uygulanması kolay olmalı,
- Kolay sağlanabilmeli

Bu özelliklerinin tümüne tek bir dezenfektanın sahip olması genellikle olanaksızdır. Bu nedenle farklı özelliklere sahip dezenfektanların birlikte kullanımı ya da dezenfektan ve deterjanların kombineli olarak kullanımı ile istenilen amaca uygun dezenfeksiyon veya temizlik/dezenfeksiyon ajanı elde etmek mümkün olabilmektedir. Gıda işletmelerinde kullanılan dezenfektanlar arasında halojenler (klor ve klorlu bileşikler, iyotlu bileşikler), yüzey aktif maddeler, alkoller ve aldehitler, asitler, alkaliler, oksidan maddeler, fenol ve fenolik bileşikler ve benzeri kimyasal maddeler yer almaktadır.

Halojen dezenfektanlar arasında yer alan klor ve klorlu bileşiklere gıda işletmelerinde yaygın olarak başvurulmaktadır. Hipokloritler, özellikle sodyum hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ) ve kalsiyum hipoklorit  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , gıda üretim alanlarında en çok kullanılan klorlu bileşiklerdir (48). Bunların dışında izosiyonurik asit türevleri, hidantoin türevleri, klorlu trisodyum fosfatlar, inorganik ve organik kloraminler dezenfeksiyon amacıyla kullanılan diğer klorlu bileşiklerdir. Ayrıca gaz formundaki klor ve  $\text{ClO}_2$  de gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (47, 48, 54).

Klor ve klorlu bileşikler, bakteriler, küfler, mayalar, bakteriofajlar ve bazı virüsleri içine alan oldukça fazla çeşitte mikroorganizmaya ve mikroorganizma sporlarına karşı etkilidirler (48). Mikrobisidal etkilerini hücre membranına zarar vererek, enzim inhibisyonuna neden olarak, DNA'yı etkileyerek, sitozinin toksik N-klor bileşiklerini oluşturarak, amino asitlerin nitril ve aldehitlere oksidatif dekarboksilasyonuna neden olarak gösterebilmektedirler. Hücre membranı fonksiyonlarının bozulması, hücre içeriğinin dışarı sızması veya hücre dışındaki besin öğelerinin hücre içine alınmasının engellenmesi şeklinde gerçekleşmektedir.  $\text{HOCl}$ , hücre içine girerek hücre metabolizmasında önemli görevleri olan enzimlerin sülfidril gruplarını okside ederek enzim inaktivasyonuna neden olmaktadır (48).

Klor ve klorlu bileşiklerin etkileri serbest klor miktarı ile ilişkilidir ve serbest klor miktarı artıkça etkileri de artmaktadır. Düşük pH değerlerinde (pH 4-5) daha fazla etki göstermektedirler (47). Sıcaklığın artması ile aktivitelerinde bir artış meydana gelmesine rağmen, yüksek sıcaklıklarda sudaki çözünlükleri azalmaktadır.



Bu maddelerin geniş spektrumlu ve ucuz olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmalarına karşılık kullanılmalarını sınırlayan bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Ortamda bulunabilecek organik maddelerden olumsuz etkilenirler (47, 48). Organik maddeler, klorlu bileşikler ile kompleks oluşturarak etkinliklerini azaltmaktadır. Oluşan bu komplekslerin kanserojenik olduğuna değinilmektedir (54). Bu nedenle temizlik işlemi uygulanmış yüzeylerde kullanılmaları önerilmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda kullanıldıklarında insan derisini tahriş edebilmektedirler. Paslanmaz çelik ve diğer metaller üzerinde yüksek korozif etkilere sahiptirler. Sıcaklığın artırılması korozif özelliklerinin artmasına neden olmaktadır (47). Bu nedenle yüksek sıcaklıklarda kullanılmamaları ve yüzeylerde uzun süre tutulmamaları önerilmektedir.

Klor ve klorlu bileşikler ucuz olması ve geniş spektrumlu olması nedeniyle tavuk kesimhane ve işletmelerinde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bazı araştırmacılar klor bileşiklerini belli konsantrasyonlarda etkili bir dezenfektan olarak önermekte iken bazıları *Salmonella* üzerinde fazlaca etkili olmadığını, işletmedeki alet-ekipman yüzeylerinde korozif etki yarattığı ve ortamda bulunan organik maddeler ile birleşerek güçlü mutajenler ürettiğini belirtmektedir (13, 32, 49).

İyotlu bileşikler de klor ve klorlu bileşikler gibi halojen dezenfektanlardır. Dezenfeksiyon uygulamalarında kullanılan başlıca iyot bileşikleri iyodoforlar ve alkol-iyot çözeltileridir (48). İyodoforlar, iyotun taşıyıcı bir surfektana bağlanması ile elde edildikleri için dezenfektan özelliğinin yanında aynı zamanda deterjan özelliğine de sahiptirler (47, 48, 54). Mikrobisit etkiyi çözelti içerisindeki serbest iyot yaratmakta ve serbest iyot miktarı arttıkça etkinlikleri de artmaktadır. Antimikrobiyal etkileri asidik koşullarda daha fazladır. Klorlu bileşiklerden daha pahalıdır ancak organik maddelerden daha az etkilenmektedirler. Anyonik deterjanlar ile birlikte kullanılabilirler. Korozif etkileri çok azdır. Deriyi tahriş etmedikleri için el dezenfeksiyonunda kullanılmaktadırlar. İyodun 50°C'nin üzerinde süblime olma (uçunum) özeliğinden dolayı çözelti sıcaklığının 50°C'yi aşmaması önerilmektedir (48). Bu bileşikler pH değişimlerinden çok fazla etkilenmezler. Buna karşılık proteinlerle reaksiyona girerek istenmeyen ürünlerin ortaya çıkmasına ve üründe renk değişikliklerine neden olabilmektedirler (26, 47). Ayrıca bazı plastik materyaller iyodu absorplayabilirler ve renklerinde ağarma meydana gelebilir (47).

Gıda endüstrisinde yüzey aktif maddelerden de yaygın bir şekilde dezenfektan olarak yararlanılmaktadır. Kuarterner amonyum bileşikleri (QAC), amfoterik bileşikler ve biguanidinler bu grupta yer almaktadırlar (47). QAC, Gram-pozitif bakteriler üzerinde daha fazla etkilidirler. Ancak bazı *Staphylococcus* türlerinin QAC'lara karşı direnç sağlayan genleri kodlama yeteneğine sahip olduğu belirtilmektedir (52, 55). Bu bileşikler hücre membranının geçirgenliğini bozarak ve hücre proteinlerini denatüre ederek hücre ölümüne neden olmaktadır (48, 54). Dezenfektanın pozitif yüklü kısmı, bakteri hücresinin membran yüzeyinde bulunan fosfolipidlerin negatif yüklü fosfat kökü ile reaksiyon vermektedir. Bu durum, membranın yarı geçirgen özelliğini bozar ve membranda bulunan fosfor, azot, protein, lipid ve diğer önemli maddeler arasındaki bütünlük bozulur. Dezenfektan hücre içine girdikten sonra da etkisini sürdürerek protein denatürasyonu ile enzimleri inaktive etmektedir (51). Mikroorganizmalar üzerine etkileri hafif alkali ortamlarda fazladır ancak pH 5 değerinin altında aktivitelerinde hızlı bir azalma görülmektedir (47). Organik maddelere, klorlu ve iyotlu bileşiklerden daha fazla dayanıklıdır. Korozif etkileri

yoktur ve deride tahrişe neden olmazlar. Su içerisindeki kalsiyum ve magnezyum tuzlarından ve ortamda  $Fe^{+3}$  iyonlarının yoğun olarak bulunmasından etkilenmektedirler. Bu durumda etkinliklerini korumak için sekuesteran bileşiklere ve organik asitlere gereksinim duyarlar (47, 52). QAC'lar surfektan özelliğe sahip oldukları için durulama işlemlerinden sonra yüzeylerde kalabilmektedirler. Yüzeylerde kalan dezenfektan filmi sonraki bakteriyel gelişimi engelleyebilmektedir (47). Ancak, kalıntı sorunu nedeniyle gıda ile temas eden yüzeylerde kullanımı önerilmemekte, daha çok taban, duvar ve gıda ile temas etmeyen ekipman ve diğer yüzeylerin dezenfeksiyonu için başvurulmaktadır.

Biguanidinler ve amfoterik bileşikler, QAC'lara benzemektedirler. Ancak Gram-negatif bakterilere karşı daha fazla etkilidirler. Amfoterik dezenfektanlar, organik maddeler ve suyun sertliğinden önemli derecede etkilenmezler. Korozif ve toksik değildirler. Köpük oluşturmaları ve pahalı olmaları gıda endüstrisinde kullanılmalarını sınırlamaktadır (47).

Peroksitler ve perasetik asitler gibi oksidan bileşikler düşük konsantrasyonlarda, olumsuz çevre koşullarından ve organik madde varlığından oldukça fazla etkilidirler. Antimikrobiyal aktivite spektrumu geniştir. *Staphylococcus* türlerinde bulunan enzim sistemlerinin hidrojen peroksidi inaktive ettiği bildirilmektedir (56). Oksidan maddeler deri ve mukoz mebranlara karşı iritan özelliğe sahiptirler. Bazı alet ve ekipmanlara karşı korozif olabilmektedirler (53, 56). Peroksitler ve perasetik asitler, seyreltiğinde kolayca  $CO_2$ ,  $O_2$  ve suya dissosiyasyon olarak etkisini kaybedebilmektedirler (52).

Alkollerden özellikle etil alkolden el dezenfeksiyonunda yararlanılmaktadır. Ancak alkollere bunun dışında yüzeylerin anlık dezenfeksiyonlarında da başvurulmaktadır. Yanıcı olmaları ve fazlaca seyreltilmeden kullanım zorunluluğu nedeniyle maliyetlerinin yüksek olması dezavantajlarıdır (53).

Asitler, proteinlerin denatürasyonuna neden olarak, polipeptid zincirindeki aminoasit sıralarını ve zincirin karakteristik yapısını bozarak ya da DNA'da kopmalar meydana getirerek bakteri ölümlerine neden olmaktadır. Asitlerin etkisi oluşturdukları serbest hidrojen ( $H^+$ ) iyonlarına bağlıdır. Fazla iyonize olabilen mineral asitler ( $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$ , vb.) az iyonize olan organik asitlerden (laktik asit, asetik asit, propionik asit, butirik asit, vb.) daha fazla etkilidirler (51). Organik asitler yüksek konsantrasyonlarda kullanılmalıdır ancak bu durumda bazı yüzeyler üzerinde korozif olabilmektedirler (53). Yüksek konsantrasyonlarda kullanıldıklarında gıda yüzeylerinde hafif bir renk kaybına ve kokuya neden olabilmektedirler (48).

Alkalilerin antimikrobiyal etkileri serbest hidroksil ( $OH^-$ ) iyonlarına bağlıdır ve dissosiyasyon özellikleri ile orantılıdır. Fazla iyonize olabilen alkalilerin antimikrobiyal etkileri ( $NaOH$ ,  $KOH$ , v.s.), zayıf alkalilerden ( $NH_2OH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $Na_3PO_4$ , v.s.) daha fazladır. Bakteriler üzerindeki etki mekanizmaları asitlerde olduğu gibidir (26, 51). Asitler ve alkalilere gıda endüstrisinde daha çok temizlik amacıyla başvurulmaktadır (26).

Formaldehitin sudaki % 37-40'lık çözeltisi (formalin) kuvvetli mikrobisidal etkiye sahiptir. Yaklaşık  $22^\circ C$ 'de çok çabuk buharlaşabilen bu madde, işletmedeki oda ve bölmelerin özellikle yüzey dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Formaldehitin tahriş edici özelliği vardır ve toksik bir maddedir. Bu nedenle kullanımında maske takılması

ve dikkatli uygulanması önerilmektedir (26). Formaldehit, proteinlerin karboksil, hidroksil veya -SH gibi fonksiyonel gruplarını alkile ederek proteinlerin inaktivasyonuna neden olmaktadır (51). Kullanımındaki tehlikeler ile keskin bir kokuya sahip olmaları ve gıdaların tatlarında istenmeyen değişiklikler yapmaları nedeniyle gıda işletmelerinde fazlaca tercih edilmemektedirler (47).

Kükürt dioksit kuvvetli korozif bir maddedir. % 2'lik çözeltisi 5 dakika gibi kısa bir sürede fungusid etki yapmaktadır. Ancak keskin kokusu ve korozif etkisinden dolayı yaygın bir şekilde kullanılmamaktadır (26).

Fenol ve fenolik bileşikler yüzey aktiviteye sahip olup çözültideki konsantrasyonlarına göre bakterisidal ya da bakteristatik olarak etkilemektedirler (26, 51). Asit ortamda daha fazla etkilidirler ve sıcaklık arttıkça etkileri artmaktadır. Germisidal etkili konsantrasyonlarında deride irritasyon ve yanmalara neden olmaktadır (26). Fenolik dezenfektanlar, hücre membranında yapı bozukluklarına ve proteinlerin denatürasyonuna neden olurlar. Fenolden aynı zamanda dezenfektanların standardizasyonunda da yararlanılabilmektedir (51).

Dezenfeksiyon uygulamalarında deterjan-dezenfektan kombinasyonları da kullanılabilir ve böylece de temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri tek aşamada gerçekleştirilebilmektedir. Bu amaçla inorganik alkaliler ile hipokloritler ve QAC'lar, inorganik asitler ile iyodoforlar, anyonik surfektanlar ile QAC'lar, iyonik olmayan surfektanlar ile QAC'lar ve iyodoforlar birlikte kullanılmaktadırlar. Ancak tek başlarına kullanımlarına göre daha pahalı ve daha az etkili olabilmektedirler (47).

## **Tavuk işletmelerinde kullanılan başlıca dezenfektanlar**

Tavuk işletmelerinde çeşitli yüzeylerin ve karkas dezenfeksiyonunda özelliklerinden kısaca söz edilen yukarıdaki dezenfektanların bir kısmından yararlanılmaktadır.

Bazı dezenfektanların tavuk işletmelerindeki etkinlikleri üzerinde gerçekleştirilmiş çeşitli çalışmalar vardır (39, 41, 42). QAC ve sodyum hipokloritin paslanmaz çelik, polikarbonat ve mineral reçineden yapılan ve *S. aureus* bakterileri ile kontamine edilen yüzeylerdeki etkinliklerinin test edildiği bir çalışmada, bu yüzeylerde her iki dezenfektanın da bakteri düzeyinde belli düzeylerde azalmalar meydana getirdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada dezenfeksiyon işlemlerinin paslanmaz çelik ve polikarbonat yüzeylerde daha kolay gerçekleştiğine değinilmektedir (41). Andrade ve arkadaşlarının (39)'un yaptığı çalışmada ise paslanmaz çelik yüzeylere bağlanan *Enterococcus faecium* bakterisi üzerine sodyum hipoklorit, perasetik asit, perasetik asit ile organik asit kombinasyonu, QAC, organik asit ve anyonik asitin etkinlikleri denenmiştir. Dezenfektanların tümünün yüzeydeki bakteri düzeyini azaltmada etkili olduğu görülmüş, perasetik asit ve perasetik asit ile organik asit kombinasyonu en etkili dezenfektanlar olarak belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada ise *E. coli*, *Pseudomonas fluorescens* ve *S. aureus* ile kontamine edilen paslanmaz çelik yüzeylerde sodyum hipoklorit ve perasetik asitin etkinlikleri incelenmiş ve sodyum hipokloritin incelemeye alınan bakteriler üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda perasetik asit araştırmacılar tarafından tavuk işletmelerinde dezenfeksiyon ajanı olarak önerilmemektedir (42).

Tavuk işletmelerinde karkas dezenfeksiyonu için kullanılan başlıca dezenfektanlar klor ve klorlu bileşikler, hidrojen peroksit, laktik asit, asetik asit, propionik asit, formik asit, organik asitler, ozon, setilpiridinium klorit (SPK) (bir kuarterner amonyum bileşiği), trisodyum fosfat ve diğer bazı fosfatlar, sodyum karbonat, sodyum hidroksit, sodyum bisülfat, potasyum sorbat, glutraldehit ve sodyum hipokloritlerdir (32, 49, 57, 58, 59, 60, 63, 64). Bu dezenfektanlar, tüy yolma, haşlama, yıkama ve soğutma gibi çeşitli karkas işleme basamaklarında kullanılan proses suyuna ilave edilerek püskürtme ya da daldırma yöntemleri ile uygulanmaktadır.

Tavuk işletmelerinde prosesin çeşitli aşamalarında oldukça fazla kullanılan kimyasal maddelerden bir tanesi klordur. Ancak klorun karkaslarda renk ağarmaları, renk kayıpları ve flavor değişiklikleri meydana getirebildiğine değinilmektedir. Yıkama ve soğutma aşamalarında kullanılan suya belirli ppm değerlerinde klor ilavesinin karkas yüzeyinin *E. coli*, *Listeria*, *Campylobacter* ve *Salmonella* ile kontaminasyonunu önemli ölçülerde azalttığı da bilinen bir gerçektir (15, 59).

Tavuk karkaslarında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in bakteri sayısını azaltmada etkili olduğu bilinmektedir. Ancak bu dezenfektan deri yüzeyinde kabarmalar, haşlanmış görünüm ve deri altında gaz ve su birikimi gibi bir takım olumsuzluklara da neden olabilmektedir (6). Dickens ve Whittmore (63)'un yaptığı bir çalışmada bu durumu destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Tüy yolma sırasında püskürtme suyuna asetik asit veya H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in ilavesinin, karkas yüzeyindeki toplam aerobik mikroorganizma sayısını logaritmik düzeyde önemli ölçüde etkilemesine rağmen, asetik asidin deri görünümünde herhangi bir farklılık meydana getirmediği ancak H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in deri yüzeyinde ağarmalar ve kabarmalar oluşturduğu belirtilmektedir.

Laktik asit ve asetik asit gibi organik asitlerde karkas dezenfeksiyonu uygulamalarında kullanılmaktadır. Asit uygulamaları özellikle karkas yüzeyinde güçlü bir bakteriyel bağlanma gerçekleşmeden önce daha fazla etkilidir. Surfektanlar ile birlikte kullanımları etkilerini arttırmaktadır (15).

Son zamanlarda tavuk işletmelerinde karkas dezenfeksiyonu için önerilen en önemli iki dezenfektan trisodyum fosfat (TSP) ve setilpiridinium klorit (SPK)'tir (8, 32, 49, 62, 64). TSP'in %8-12'lik çözeltilerinden (pH>11.5) tavuk karkaslarının dekontaminasyonunda etkili bir şekilde yararlanılabileceği belirtilmektedir. Bu maddenin kullanımı ABD'de AFSIS (Agriculture Food Safety and Inspection Service) kuruluşu tarafından önerilmektedir. Karkas yıkama aşamasında TSP kullanıldığında toplam canlı bakteri, *E. coli*, Enterobacteriaceae, termofilik *Campylobacter* ve *Salmonella* sayılarında önemli azalmalar kaydedilmiştir (32). De Ledesma ve arkadaşları (8) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise TSP'in sıcak su ile birlikte kullanımının tavuk kanatlarının yüzeyinde bulunan *S. typhimurium*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* sayısını azaltmada, bu etkenlerin tek başlarına kullanımlarından daha iyi sonuç verdiği bildirilmektedir. Ancak bu kombine etkinin *Salmonella* 'ları tamamıyla elimine etmediği belirtilmektedir. Diğer taraftan TSP'nin karkas yüzeyindeki yağ içerikli ince tabakayı uzaklaştırdığı ve bunun da bakterilerin uzaklaştırılmasında yıkama işleminin etkisini arttırdığı belirtilmektedir. TSP ve SPK'in püskürtme şeklinde kullanımının tavuk derisi üzerindeki *S. typhimurium* düzeyini düşürdüğü belirlenmiştir (64). Yine başka bir çalışmada TSP, SPK ve laktik asit kullanılarak karkasların püskürtme yöntemi ile yıkanması ile *S. typhimurium* ve toplam canlı bakteri düzeyinde önemli derecede azalmalar meydana geldiği

görülmüştür (49). Breen ve arkadaşları (62)'nin yaptığı bir çalışmada 4 mg/ml konsantrasyonundaki SPK'nın 3 dakika uygulama süresinde canlı *S. typhimurium* hücrelerinde 4.87 log düzeyinde bir azalma meydana getirdiği belirtilmektedir. Yine tavuk karkaslarında *Salmonella* kontaminasyonunu elimine etmede SPK etkinliğinin incelendiği bir çalışmada, SPK'in bakteri bağlanmasını engellediği, çapraz kontaminasyon riskini azalttığı ve ürünün fiziksel görünümünde olumsuz bir değişme meydana getirmedeği ortaya çıkmıştır.

Yang ve arkadaşlarının (49) gerçekleştirdiği çalışmada, soğutma öncesi tavuk karkaslarına TSP, laktik asit, SPK ve sodyum bisülfat kullanılarak yapılan püskürtme uygulamalarının, *Salmonella* ve toplam aerobik bakteri düzeyini azaltmadaki etkinliği bir pilot işletmede denenerek belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada kimyasalların tümünün *Salmonella* ve toplam bakteri düzeyinde azalmalar meydana getirdiği ve etkili dezenfektanın SPK olduğu belirlenmiştir.

## **Dezenfektanların etkinliklerinin belirlenmesi**

Gıda işletmelerinde temizlik ve dezenfeksiyon amacıyla ticari temizlik ve dezenfektan preparatlarından yararlanılmaktadır. Ancak kullanılan preparatların işletme koşullarında etkili olması ve yeterli düzeyde bir hijyen ve sanitasyon sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle de bir gıda işletmesinde kullanılacak dezenfektan/dezenfektanların seçiminde çok dikkatli davranılmalıdır. Dezenfektan seçimini etkileyen en önemli faktörler ise, dezenfektan uygulanacak yüzeylerin özelliği ile mikrobiyal popülasyon ve bu popülasyondaki gıda kalite ve güvenliğini olumsuz yönde etkileyen mikroorganizma tür ve suşlarıdır. Bütün bunlara göre de bir işletmede kullanılmak istenilen her dezenfektan için, uygulanacak ortama göre etkinliğini değerlendiren güvenilir ve duyarlı test metotlarının uygulanması gerekmektedir.

Dezenfektanların mikroorganizmalar üzerindeki etkinliklerinin belirlenmesinde çeşitli yöntemlerden yararlanılabilmektedir. Bu yöntemlerin kendi içlerinde ve birbirlerine göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunabilmektedir. Yöntem seçiminde genel olarak yöntemin gerçekleştirilme süresi, tekrar edilebilirliği ve güvenilirliği üzerinde durulması gereken önemli noktalardır. Bunları yanısıra, yöntemin uygulanmasında kullanılan araç-gereç ve kimyasalların elde edilebilirliği ve laboratuvar olanakları da yöntem seçiminde düşünülmesi gereken diğer noktalardır.

Dezenfektanların etkinliğini belirlemek amacıyla başvurulan test ve yöntemlerin başlıcaları arasında, süspansiyon testi, yüzey etkinlik testi (model yüzey testi, taşıyıcı yüzey testi veya yüzey testi olarak da anılmaktadır), fenol katsayısının belirlendiği testler (Rideal-Walker testi ve Chick-Martin testi), kapasite testi (Kelsey-Sykes testi), agar difüzyon yöntemi, tüp dilüsyon yöntemi, epifluoresans mikroskop tekniği ve empedans ölçüm tekniği yer almaktadır (39, 42, 47, 50, 52, 65, 66).

Dezenfektan etkinlik testleri üç temel grup altında da toplanabilmektedir. Bunlar, süspansiyon testleri, yüzey etkinlik testleri ve kullanım/alan testleridir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan Association of Analytical Communities (AOAC), Association française de Normalisation (AFNOR), The Dutch Committee on Phytopharmacy,

British Standard Institution (BSI) ve European Committee for Standardization (CEN) tarafından önerilen testler yine bu üç grup test temel alınarak geliştirilmiştir (67).

Ancak bu test ve yöntemlerin pek çoğunda denemeler hedef test mikroorganizması üzerinden gerçekleştirilir. Bu nedenle dezenfektan etkinlik test ve yöntemleri için her şeyden önce hedef test mikroorganizması/mikroorganizmaları seçilmelidir. Her mikroorganizma tür veya suşunun dezenfektanlara karşı duyarlılığının farklı olduğu dikkate alındığında, gıda işletmeleri için gerçekleştirilecek dezenfektan etkinlik testlerinde, test mikroorganizmaları olarak söz konusu işletmedeki yüzeylerden izole edilecek gıda kalite ve güvenliği indikatörü olan mikroorganizma suşlarının kullanılmasının daha uygun olacağı açıktır.

Süspansiyon testleri ve yüzey etkinlik testleri dezenfektan etkinliğinin değerlendirilmesinde en sık baş vurulan test yöntemleridir (47, 52, 66, 67, 68, 69). Süspansiyon testlerinde dezenfektanın etkinliği belirli hacimdeki sıvı test bakteri kültürü içinde direkt olarak tespit edilmektedir. Bu amaçla, test bakteri kültürü aşılınmış uygun bir sıvı besiyerine denenecek dezenfektandan belli konsantrasyonda olacak şekilde eklenme yapılır ve belli bir uygulama süresince bu şekilde bekletilir. Dezenfektanın etkinliği, test edilen dezenfektan konsantrasyonunda belli bir uygulama süresinden sonra canlı bakteri sayısındaki logaritmik azalma değerine göre ya da yalnızca üremenin var olup olmamasına göre değerlendirilmektedir. Dezenfektanların fenol katsayılarının belirlendiği Rideal-Walker ve Chick-Martin testleri ile dezenfektan çözeltisine birbirini takip eden farklı inokulum miktarlarının eklenmesiyle gerçekleştirilen Kelsey-Sykes testleri de temelde birer süspansiyon testleridir.

Yüzey etkinlik testlerinde ise, ilk aşamada test bakterisi hücrelerinin uygun bir sıvı çözelti içindeki bir model yüzeye (işletmedeki yüzeyi temsil eden) bağlanmaları sağlanmaktadır. Daha sonra ise bu çözelti üzerine belli konsantrasyondaki test edilecek dezenfektan çözeltisi eklenmekte veya model yüzeyler dezenfektan çözeltisine daldırılmakta ya da dezenfektan çözeltisi püskürtme şeklinde yüzeylere uygulanmaktadır. Belli bir uygulama süresinden sonra da bakteri hücrelerinin model yüzeyden belli bir teknikte diğer bir test çözeltisi içine geçirilmesi sağlanmakta ve dezenfektanın etkinliği bu çözeltideki canlı bakteri sayısındaki logaritmik azalma değerine göre değerlendirilmektedir. Bu testlerde model yüzeyler olarak genellikle paslanmaz çelik, cam veya plastik yüzeyler kullanılmaktadır. Bu açıklamalara göre de yüzey etkinlik testlerinin son aşamasının temelinde yine süspansiyon testinin prensibi yatmaktadır (39, 41, 42, 47, 50, 52, 55, 67, 68).

Daha önce de değinildiği gibi, yüzeylere bağlanan bakterilerin dezenfektanlara karşı dirençleri süspansiyon halindeki bakterilerden daha fazladır. Süspansiyon testleri yalnızca dezenfektanların planktonik hücreler üzerine etkilerini belirlemekte, yüzeylere bağlanan bakterilere karşı etkilerinin değerlendirilmesinde ise yetersiz kalabilmektedir. Süspansiyon testlerinde test bakterisi dezenfektana her yönden maruz kalmakta ve böylece de daha çok ve daha çabuk etkilenmektedir. Yüzey testlerinde ise yüzeye bağlanan bakteri dezenfektan ile yalnızca bir yönden temas etmektedir. Bu nedenlerden dolayı dezenfektanların yüzeylerdeki etkinliklerinin değerlendirilmesinde yüzey test yöntemlerinin kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmektedir (6, 39, 42, 52, 55, 68).

Kullanım/alan testlerinde ise, dezenfektan etkinliği uygulanacak olan ortamda dezenfektanın denenmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir (50, 67). Bu amaçla, yzeylerden dezenfeksiyon öncesi ve sonrasında uygun bir teknikle mikrobiyolojik örnekler alınmakta ve bu örneklerdeki canlı mikroorganizma sayıları karşılaştırılarak dezenfektanın etkinliği değerlendirilmektedir.

Dezenfektan etkinliğini belirlenmesinde kullanılan diğer bir yöntem ise agar difzyon yöntemidir. Agar difzyon yöntemi, test mikroorganizması aşılanmış Petri kutusundaki uygun bir agarlı besiyerine uygun bir şekilde eklenen dezenfektanın, besiyerinde difzye olması ve difzye olduğu alanda test mikroorganizmasının gelişimini engelleyip engellemediğinin belirlenmesi prensibine dayanmaktadır. Denenen dezenfektan test mikroorganizması üzerinde etkiliyse, dezenfektanın uygulandığı agar yzeyinin çevresinde, inkubasyon sonrasında mikroorganizma gelişiminin gözlenmediği bir inhibisyon zonu oluşur. Dezenfektanın etkinliği oluşan inhibisyon zonlarının, dezenfektanın difzyon katsayısı da dikkate alınarak incelenmesiyle değerlendirilir. Bu açıklamadan da anlaşılabileceği gibi, dezenfektan zeltisinin agarlı besiyerindeki difzyonu bu testin başarısı üzerinde sınırlayıcı bir faktör olarak görünmektedir (50, 70).

"Kağıt disk agar difzyon" ve "delik agar difzyon" yöntemleri iki önemli agar difzyon yöntemidir. Kağıt disk agar difzyon yönteminde test bakterisi aşılanmış agarlı besiyeri yzeyine, incelenecek dezenfektanın belli konsantrasyonlarındaki zeltileri emdirilmış kağıt diskler belli aralıklarla yerleştirilmektedir. Delik agar difzyon yönteminde ise test bakterisi aşılanmış agarlı besiyeri yzeyinde belli aralıklarla açılmış çukurlara incelenecek dezenfektanın belli konsantrasyonlarındaki zeltileri eklenmektedir. Kağıt disk agar difzyon yöntemine yaygın olarak mikroorganizmaların kemoterapötik maddelere karşı duyarlılığını test etmek amacıyla başvurulmaktadır. Bu yöntemin tercih edilme nedeni uygulanmasının daha kolay ve pratik olmasından kaynaklanmaktadır (50).

Sözü edilen bu yöntemlerin dışında daha kısa sürede sonuç alınabilen hızlı bir takım yöntemlere de başvurulabilmektedir. Epifluoresans mikroskop tekniğinde, belirli bir süre dezenfektan uygulamasından sonra yzeylerde kalan ve parlak floresans veren canlı hücreler epifluoresans mikroskobu ile sayılmaktadır (39). Bir diğer yöntem olan empedans ölümü tekniğinin temeli hücrelerin metabolik aktivitelerinin llmesine dayanmaktadır (39). Bu teknikle yzeylere hem reversible hem de irreversible bağlanan hücrelerin sayımı mümkün olabilmektedir. Yine canlı hücrelerin metabolik aktiviteleri temel alınarak geliştirilen ATP bioluminesans ölüm tekniğine de endüstride dezenfektan etkinliğini belirleme amacıyla başvurulabilmektedir (67). Besiyerinde iletkenlik değişimi ölçen aletlerin (Malthus Growth Analyzer) ve otomatik türbidite okuyucuların (Bioscreen Microbiological Growth Analyzer) kullanımı ile de dezenfektanların etkinliklerini kısa sürede belirlenebilmektedir (67).

Dezenfektan etkinlik testlerin tekrar edilebilirliği ve güvenirliği açısından dikkat edilmesi gereken önemli bazı hususlar bulunmaktadır. Bu bağlamda test mikroorganizma kültürünün elde edilmesinde yararlanılan besiyeri ile inkubasyon sıcaklığı ve inkubasyon sresinin seçimi büyük önem taşımaktadır. Diğer taraftan dezenfektandan beklenen etkinlik değerine göre başlangıçtaki mikroorganizma sayısı ve inokulum düzeyi belirli bir değerin altında olmamalıdır. Günümüzde geçerli bir çok süspansiyon yönteminde dezenfektanın bakterisidal aktivitesinin etkili olarak

değerlendirilebilmesi için bakteri düzeyinde 5 log ve üzerinde bir azalma meydana getirmesi beklenir. Bu nedenle de inokulum düzeyinin en az  $10^7$  kob/ml olması gerektiği belirtilmektedir (67).

## Kaynaklar

1. Mead, G. C., 2000a, Fresh and further-processed poultry. The Microbiological Safety and Quality of Food. Lund, B. M., Baird-Parker, T. C., Gould, G. W. (eds.), Volume I, An Aspen Publication, pp. 445-471.
2. Mullerat, J., Klapes, N. A., Sheldon, B. W. 1994, Efficacy of Salmide®, a sodium chlorite – based oxy-halogen disinfectant, to inactivate bacterial pathogens and extend shelf-life of broiler carcasse, J. Food Protection, 57(7), 596–603.
3. Adams, M. R., Moss, M. O., 1995. Food Microbiology, The Royal Society of Chemistry, pp. 343–349.
4. Ünlütürk, A., Turantaş, F. 1998. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Bozulmalar, Patojen Mikroorganizmalar ve Muhafaza Yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi. Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. (edt.), Birinci baskı, Mengi Tan Basımevi, s. 272–276.
5. Jones, F. T., Axtell, R. C., Rives, D. V., Scheideler, S. E., Tarver, F. R., Walker, R. L., Wineland, M. J., 1991, A survey of *Salmonella* contamination in modern broiler production, J. Food Protection, 54(7), 502–507.
6. Conner, D. E., Bilgili, S. F., 1994, Skin attachment model for improved laboratory evaluation of potential carcass disinfectants for their efficacy against *Salmonella* attached to broiler skin, J. Food Protection, 57(8), 684–688.
7. Bryan, F. L., Doyle, M. P., 1995, Health risks and consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry, J. Food Protection, 58(3), 326–344.
8. De Ledesma, A. M. R., Riemann, H. P., Farver, T. B., 1996, Short-time treatment with alkali and/or hot water to remove common pathogenic and spoilage bacteria from chicken wing skin, J. Food Protection, 59(7), 746–750.
9. Kim, K. Y., Frank, J. F., Craven, S. E., 1996, Attachment of *Salmonella* on modified poultry skin surface, J. Food Science, 61(2), 442-443.
10. Carramiñana, J. J., Yangüla, J., Blanco, D., Rota, C., Agustin, A. I., Ariño, A., Herrera, A., 1997, *Salmonella* incidence and distribution of serotypes throughout processing in a Spanish poultry slaughterhouse, J. Food Protection, 60(11), 1312-1317.
11. Anonymous, 1998, Microorganisms in Foods –6- Microbial Ecology of Food Commodities. Roberts, T.A., Pitt, J.I., Farkas, J. and Grau, F.H. (eds.), ICMSF, Blackie Academic & Professional, pp. 75-110.
12. Uyttendaele, M., De Troy, P., Debevere, J., 1999, Incidence of *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli* and *Listeria monocytogenes* in poultry carcasses and different types of poultry products for sale on the Belgian retail market, J. Food Protection, 62(7), 735–740.
13. Kemp, G. K., Aldrich, M. L., Waldroup, A. L., 2000, Acidified sodium chlorite antimicrobial treatment of broiler carcasses, J. Food Protection, 63(8), 1087–1092.
14. Mead, G. C., 2000b, HACCP in primary processing : poultry. HACCP in the Meat Industry. Brown, M. (ed.), CRC Press, Woodhead Publishing Limited, England, pp. 123-153.
15. Conner, D. E., Davis, M. A., Zhang, L., 2001, Poultry-borne pathogens : plant considerations. Poultry meat processing. A. R. Sams (ed.), CRC Press, USA. pp. 137-159.



16. Hargis, B. M., Caldwell, D. J., Byrd, J. A., 2001, Microbiological pathogens : live poultry considerations. Poultry Meat Processing. Sams, A. R. (ed.), CRC Press, USA, pp. 121-137.
17. Jørgensen, F., Bailey, R., Williams, S., Henderson, P., Wareing, D. R. A., Bolton, F. J., Frost, J. A., Ward, L., Humpghrey, T. J., 2002, Prevalence and numbers of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on raw, whole chickens in relation to sampling methods, International Journal of Food Microbiology, 76, 151-164.
18. Swartz, M. N., 2002, Human diseases caused by foodborne pathogens of animal origin, supplement article, Clinical Infectious Diseases, 34(Suppl 3), 111-122.
19. Karapınar, M. ve Gönül, Ş. A. 1998, Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Hastalıklar. Gıda Mikrobiyolojisi. Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. (edt.), Birinci baskı, Mengi Tan Basımevi, 140, 112-122, 134-135.
20. Chang, Y. H., 2000, Prevalence of *Salmonella* spp. in poultry broilers and shell eggs in Korea, J. Food Protection, 63(5), 655-658.
21. Atanassova, V., Ring, C., 1999, Prevalence of *Campylobacter* spp. in poultry and poultry meat in Germany, International Journal of Food Microbiology, 51, 187-190.
22. Bean, N. H., Griffin, P. M., 1990. Foodborne disease outbreaks in the United States, 1973–1987: pathogens, vehicles and trends, J. Food Protection, 53(9), 804–817.
23. Lindqvist, R., Andersson, Y., De Jong, B., Norberg, P., 2000, A summary of reported foodborne disease incidents in Sweden, 1992 to 1997, J. Food Protection, 63(10), 1315–1320.
24. Harrison, W. A., Griffith, C. J., Tennant, D., Peters, A. C., 2001, Incidence of *Campylobacter* and *Salmonella* isolated from retail chicken and associated packaging in South Wales, Letters in Applied Microbiology, 33, 450-454.
25. Dominiquez, C., Gómez, I., Zumalacárregui, J., 2002, Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* in retail chicken meat in Spain, International Journal of Food Microbiology, 72, 165-168.
26. Temiz, A., 2001, Gıda işletmelerinde hijyen ve sanitasyon. Gıda Denetçisi Eğitimi Semineri. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 7-9 Şubat 2001, Ankara. 19s.
27. Bailey, J. S., Stern, N. J., Federka-Cray, P., Craven, S. E., Cox, N. A., Cosby, D. E., Ladely, S., Musgrove, M. T., 2001, Sources and movement of *Salmonella* through integrated poultry operations : A multistate epidemiological investigation, J. Food Protection, 64(11), 1690-1697.
28. Lillard, H. S., 1990, The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross-contamination of broiler carcasses, J. Food Protection, 53(3), 202-204.
29. Pope, M. J., Cherry, T. E., 2000, An evaluation of the presence of pathogens on broilers raised on poultry litter treatment®-treated litter, Poultry Science, 79, 1351-1355.
30. Sams, A. R., 2001, First processing : slaughter through chilling. Poultry meat processing. Sams, A. R. (ed.), CRC Press, USA, pp.19-35
31. Cason, J. A., Hinton, A., Ingram, K. D., 2000, Coliforms, *Escherichia coli*, and *Salmonella* concentrations in a multiple-tank, counterflow poultry scalding, J. Food Protection, 63(9), 1184-1188.
32. Whyte, P., Collins, J. D., McGill, K., Monahan, C., O'Mahony, H. 2001, Quantitative investigation of the effects of chemical decontamination procedures on the microbiological status of broiler carcasses during processing, J. Food Protection, 64(2), 179–183.

33. Berrang, M. E., Buhr, R. J., Cason, J. A., Dickens, J. A., 2001, Broiler carcass contamination with *Campylobacter* from feces during defeathering, *J. Food Protection*, 64(12), 2063-2066.
34. Kumar, C. G., Anand, S. K., 1998, Significance of microbial biofilms in food industry : a review, *International Journal of Food Microbiology*, 42, 9-27.
35. Poulsen, L. V., 1999, Microbial biofilm in food processing : review, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 32, 321-326.
36. Arnold, J. W., Silvers, S., 2000, Comparison of poultry processing equipment surfaces for susceptibility to bacterial attachment and biofilm formation, *Poultry Science*, 79, 1215-1221.
37. Carpentier, B., Cerf, O., 2000, Biofilms. *Encyclopedia of Food Microbiology*. Robinson, R. K., Batt, C. A., Radip, P. and Palet, D. (eds.), Volume I, Academic press. pp. 252-259.
38. Ray, B., 1996, *Fundamental Food Microbiology*, CRC Press, pp. 457-459.
39. Andrade, N. J., Bridgeman, T. A., Zottola, E. A., 1998, Bacteriocidal activity of sanitizers against *Enterococcus faecium* attached to stainless steel as determined by plate count and impedance methods, *J. Food Protection*, 61(7), 833-838.
40. Bower, C. K., McGuire, J., Daeschel, M. A., 1996, The adhesion and detachment of bacteria and spores on food-contact surfaces, Review, *Trends in Food Science & Technology*, 7, 152-157.
41. Frank, J. F., Chmielewski, R. A. N., 1997, Effectiveness of sanitation with quaternary ammonium compound or chlorine on stainless steel and other domestic food-preparation surfaces, *J. Food Protection*, 60(1), 43-47.
42. Rossoni, E. M. M., Gaylarde, C. C., 2000, Comparison of sodium hypochlorite and peracetic acid as sanitising agents for stainless steel food processing surfaces using epifluorescence microscopy, *Int. J. Food Microbiology*, 61, 81-85.
43. Sinde, E., Carballo, J., 2000, Attachment of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* to stainless steel, rubber and polytetrafluorethylene : the influence of free energy and the effect of commercial sanitizers, *Food Microbiology*, 17, 439-447.
44. Joseph, B., Otta, S. K., Karunasagar, I., 2001, Biofilm formation by *Salmonella* spp. on food contact surfaces and their sensitivity to sanitizers, *International Journal of Food Microbiology*, 64, 367-372.
45. Gibson, H., Taylor, J. H., Hall, K. E., Holah, J. T., 1999, Effectiveness of cleaning techniques used in the food industry in terms of the removal of bacterial biofilms, *Journal of Applied Microbiology*, 87, 41-48.
46. Rahkio, M., Korkeala, H. 1996, Microbiological contamination of carcasses related to hygiene practice and facilities on slaughtering lines, *Acta Vet. Scand.*, 37(3), 219-228.
47. Hayes, P. R. 1992. *Food Microbiology and Hygiene*, Second Edition, Chapman & Hall, 34 p, pp. 360-369.
48. Marriott, N. G., 1989, *Principles of Food Sanitation*, Second edition, An avi book, pp. 101-113.
49. Yang, Z., Li, Y., Slavik, M., 1998, Use of antimicrobial spray applied with an inside – outside birdwasher to reduce bacterial contamination on prechilled chicken carcasses, *J. Food Protection*, 61(7), 829-832.
50. Temiz, A., 2000, *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri, Üçüncü Baskı*, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, s. 216-232.
51. Arda, M., 1997, *Temel mikrobiyoloji, İkinci baskı*, Medisan Yayın Serisi No 25., s. 80-103.

52. Grönholm, L., Wirtanen, G., Ahlgren, K., Nordström, K., Sjöberg, A., 1999, Screening of antimicrobial activities of disinfectants and cleaning agents against foodborne spoilage microbes, *Z. Lebensm. Unters. Forsch A*, 208,289-298.
53. Reuter, G., 1998, Disinfection and hygiene in the field of food of animal origin, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 41, 209-215.
54. Williams, J. F., Worley, S. D., 2000, Types of biocides. *Encyclopedia of food microbiology*. Robinson, R. K., Batt, C. A., Radip, P. and Palet, D. (eds.), Volume II, Academic press. pp. 1794-1801.
55. Sundheim, G., Langsrud, S., Heir, E., Holck, A. L., 1998, Bacterial resistance to disinfectants containing quaternary ammonium compounds, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 41, 235-239.
56. Sander, J. E., Wilson, J. L., 1999, Effect of Hydrogen Peroxide disinfection during incubation of chicken eggs on microbial levels and productivity, *Avian Diseases*, 43, 227-233.
57. Park, D. L., Rua, S. M., Acker, R. F., 1991, Direct application of a new hypochlorite sanitizer for reducing bacterial contamination on foods, *J. Food Protection*, 54(12), 960-965.
58. Dickson, J. S., Anderson, M. E., 1992, Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems : A review, *J. Food Protection*, 55(2), 133-140.
59. Waldroup, A. L., 1993, Summary of work to control pathogens in poultry processing, *Poultry Science*, 72, 1177-1179.
60. Hwang, C., Beuchat, L. R., 1995, Efficacy of selected chemicals for killing pathogenic and spoilage microorganisms on chicken skin, *J. Food Protection*, 58(1), 19-23.
61. Bolder, N. M., 1997, Decontamination of meat and poultry carcasses, review, *Trends in Food Science & Technology*, 8, 221-228.
62. Breen, P. J., Salari, H., Compadre, C. M., 1997, Elimination of *Salmonella* contamination from poultry tissues by cetylpyridinium chloride solutions, *J. Food Protection*, 60(9), 1019-1021.
63. Dickens, J. A., Whittemore, A. D., 1997, Effects of acetic acid and hydrogen peroxide application during defeathering on the microbiological quality of broiler carcasses prior to evisceration, *Poultry Science*, 76, 657-660.
64. Wang, W., Li, Y., Slavik, M. F., Xiong, H. 1997, Trisodium phosphate and cetylpyridinium chloride spraying on chicken skin to reduce attached *Salmonella typhimurium*, *J. Food Protection*, 60(8), 992-994.
65. Bloomfield, S. F., Arthur, M., Looney, E., Begun, K., Patel, H., 1991, Comparative testing of disinfectant and antiseptic products using proposed European suspension testing methods, *Letters in Applied Microbiology*, 13, 233-237.
66. Taylor, J. H., Rogers, S. J., Holah, J. T., 1999, A comparison of the bactericidal efficacy of 18 disinfectants used in the food industry against *Escherichia coli* O157:H7 and *Pseudomonas aeruginosa* at 10 and 20°C, *J. Applied Microbiology*, 87, 718-725.
67. Cremieux, A., Freney, J., Davin-Regli, A., 2001, Methods of testing disinfectants. *Disinfection, Sterilization and Preservation*. Block, S. S. (ed.), Fifth edition, Lippincott Williams & Wilkins. pp. 1305-1325.
68. Klingeren, B., Koller, W., Bloomfield, S. F., Böhm, R., Cremieux, A., Holah, J., Reybrouck, G., Rödger, H. J., 1998, Assessment of the efficacy of disinfectants on surfaces, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 41, 289-296.
69. Reybrouck, G., 1998, The testing of disinfectants, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 41, 269-272.

70. Kovacs, B. J., Apocio, R. M., Katterring, J. D., Chen, Y. K., 1998, Efficacy of various disinfectants in killing a resistant strain of *Pseudomonas aeruginosa* by comparing zones of inhibition : Implications for endoscopic equipment reprocessing, The American Journal of Gastroenterology, 93(11), 2057-2059.